Chemische und bacteriologische
Brunnenwasseruntersuchungen
im I. Stadttheil (Techelferscher Bezirk)
zu Jurjew (Dorpat).

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten medicinischen Facultät

der Kaiserlichen Universität zu Jurjew

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Eduard Seegrön.

Ordentliche Opponenten:

Dr. med. A. Luntz. — Prof. Dr. G. Dragendorff. — Prof. Dr. B. Körber.

Jurjew.

Druck von C. Mattiesen.

1893.

Печатано съ разрѣшенія Медицинскаго факультета Императорскаго Юрьевскаго Университета.

Референтъ: Профессоръ Дръ. **Б. Керберъ.**

Юрьевъ, 5 мая 1893 г.

№ 401. Деканъ: **Драгендорфъ.**

Meinen Eltern

in

Liebe und Dankbarkeit.

Allen meinen hochverehrten academischen Lehrern sage ich beim Scheiden von der hiesigen Hochschule meinen wärmsten Dank für die mir zu Theil gewordene wissenschaftliche Ausbildung.

Insbesondere bitte ich Herrn Prof. Dr. Körber, auf dessen Anregung vorliegende Arbeit entstanden ist und der mir bei Abfassung derselben stets mit Rath und That zur Seite stand, meinen innigsten Dank entgegennehmen zu wollen.

Gleichfalls fühle ich mich zu besonderem Danke Herrn Prof. Dr. Dragendorff verpflichtet, der mir gestattete in seinem Institute die chemischen Analysen auszuführen, und der mir gleichfalls in bereitwilligster Weise seine Hülfe angedeihen liess.

Einleitung.

Als ich mich an Professor Körber mit der Bitte, mir ein Thema zu meiner Dissertation vorzuschlagen, wandte, rieth er mir, ich möge gemeinschaftlich mit zwei anderen Collegen, Brasche und Zimmermann, eine chemische und bacteriologische Untersuchung einiger Dorpater Brunnen vornehmen. Es sollte durch diese Untersuchungen einmal die Güte des Dorpater Brunnenwassers festgestellt werden, andererseits ein Beitrag zur Lösung der Frage, ob sich eine Congruenz in dem chemischen und bacteriologischen Verhalten eines Wassers nachweisen lasse, geliefert werden. Dass die Beantwortung dieser beiden Fragen in der augenblicklichen, gefahrdrohenden Zeit von grösstem Interesse ist, liegt wohl auf der Hand, und dass gerade in Dorpat, wo die Wasserversorgungsfrage noch ihrer Lösung harrt, wo nur die Universitätsanstalten mit gutem Leitungswasser versorgt werden, die ganze übrige Stadt jedoch ihr Trink- wie Nutzwasser aus Brunnen bezieht, die

sich oft im jämmerlichsten Zustande befinden, macht das Interesse für diese Frage noch einleuchtender.

Die beiden Collegen hatten die Untersuchung der Brunnen übernommen, welche in den im Jahre 1871 von der Cholera heimgesuchten Bezirken lagen. Die Brunnen dieser sog. Cholerabezirke sind schon im vorigen Jahre von Heymann[1]) resp. Woloshinsky[2]) bacteriologisch untersucht worden. Sie sollten daher auf ihren Bacteriengehalt noch einmal geprüft und dann ihr Wasser einer chemischen Analyse unterzogen werden. Ich sollte anfangs die von Woloshinsky im Centrum der Stadt und auf dem Plateau untersuchten Brunnen controliren und hatte die Arbeit auch schon begonnen. Da rieth mir jedoch Prof. Körber, mich mit meinen Untersnchungen lieber an einen Theil Dorpats zu machen, der bisher noch gar nicht untersucht worden war, der gleichfalls, wie die beiden Cholerabezirke, zum grossen Theil wenigstens, von einer unbemittelten, unter ärmlichen Verhältnissen lebenden Bevölkerung bewohnt wird. Das ist derjenige Theil des ersten Stadttheils, welcher einerseits von der Botanischen

1) Heymann, Bacteriologische Untersuchung einiger Gebrauchswässer Dorpats. Inaug.-Diss. Dorpat 1892.

2) Woloshinsky, Bacteriologische Untersuchungen der Dorpater Brunnen. Inaug.-Diss. Dorpat 1892.

und Techelferschen Strasse begrenzt wird, andererseits bis an den Embach und bis zur Stadtgrenze gegen das Gut Techelfer hin, sich erstreckt.

Dass durch den Genuss von Wasser Krankheiten hervorgerufen werden können, ist eine schon sehr lange bekannte Thatsache. Es gäbe, sagte man früher, sog. „schlechtes“ Wasser, dessen Genuss von übler, krankmachender Wirkung auf den Menschen sei. Was indess das Wasser schlecht und wodurch dieses den Menschen krank mache, — mit Ausnahme jedoch der Fälle, wo es sich um eine fehlerhafte chemische Zusammensetzung des Wassers oder um Giftbeimengungen im Wasser handelte — konnte nicht erklärt werden. Dies zu erklären blieb der Neuzeit vorbehalten, als es gelungen war, mittelst des Microscops und anderer Hilfsmittel Keime im Wasser nachzuweisen, und als es gelungen war, mittelst Reinculturen dieser Keime und mittelst experimenteller Versuche mit denselben ihre Lebensbedingungen und ihre Wirkungsweise kennen zu lernen.

Durch die bacteriologische Untersuchung eines Wassers können wir zweierlei feststellen: einmal durch Zählen der auf Nährgelatine oder einem andern Medium, aus einer bestimmten Menge des zu untersuchenden Wassers emporgewachsenen Colonien, die Zahl der in diesem Wasser vorhan-

denen entwicklungsfähigen Keime; andererseits noch durch eine hier nicht näher zu beschreibende Methode die Art, resp. die Arten der gefundenen Bacterien. Die im Wasser vorkommenden sog. „Wasserbacterien“ bestehen im Grossen und Ganzen fast nur aus unschuldigen und unschädlichen, verhältnismässig wenigen bestimmten Arten von Microorganismen. Was aber ihre Menge anbelangt, so ist diese ungeheuren Schwankungen unterworfen; sie variirt zwischen einigen wenigen und vielen hunderttausenden in einem Cbcm. Wasser. Von den Gefahren, welche so immense Mengen von Bacterien im Wasser mit sich bringen können, will ich später sprechen.

Eine zweite Art der Untersuchung des Wassers ist die microscopische, bei der wir einen Tropfen Wasser auf einem Objectträger direkt mit dem Microscop untersuchen. Hierbei finden wir einmal anorganische Stoffe, ferner „organisirte Partikel, insbesondere geformte Stoffe des menschlichen Haushaltes“, endlich aber noch lebende niedere Organismen.

Diesen beiden Methoden der Wasseruntersuchung steht eine dritte gegenüber, welche unbedingt die älteste ist, und welche uns wichtige Anhaltspunkte über die Tauglichkeit oder Untauglichkeit eines Wassers in die Hand giebt und welche uns wichtige Schlüsse über die Beschaffen-

heit und Zusammensetzung eines Wassers und des dasselbe umgebenden Erdreiches machen lässt. Leider ist diese Untersuchungsmethode jetzt von der so modern gewordenen microscopisch-bacteriologischen Untersuchung in den Hintergrund gedrängt worden, das ist die chemische Analyse des Wassers.

Dass jede dieser Methoden ihre Widersacher [Kirchner [1]), Frank [2]), Meade Bolton [3])], wie auch ihre Verfechter [Poehl [4]), Bokorny [5])] hat, liegt ja auf der Hand. Welcher der Vorzug zu geben ist, ist schwer zu sagen. Ich möchte mich einer dritten Partei anschliessen, nach welcher jede der Methoden auf gleicher Stufe steht, dass jede für sich gleichberechtigt ist, und dass eine die andere nicht zu ersetzen vermag, wohl aber die eine die andere zu unterstützen und zu vervollständigen im Stande ist [Jolles [6]), Gärtner [7]), Heraeus [8])]. Ich möchte jedoch noch

1) Die Bedeutung der Bakteriologie für öffentliche Gesundheitspflege pag. 26.

2) Die Veränderungen des Spreewassers. Zeitschrift für Hygiene Bd. III pag. 400.

3) Ueber das Verhalten verschiedener Bacterien im Trinkwasser. Zeitschrift für Hygiene, Bd. I 1886.

4) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1888 p. 162.

5) Citat bei C. Schlatter, Zeitschrift für Hygiene Bd. IX.

6) Ueber den gegenwärtigen Stand der hygienischen Wasserbegutachtung. Ein Vortrag in Wien 1892

7) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Bd. XX pag. 210.

8) Ueber das Verhalten der Bacterien im Brunnen, sowie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bacterien. Zeitschrift für Hygiene Bd. I.

hinzufügen, dass bei einer Wasserbegutachtung stets chemisch und bacteriologisch untersucht werden soll. Und zwar, da wir uns bei der chemischen Analyse nicht nur mit der Feststellung der Qualität irgend eines Stoffes begnügen, sondern stets auch die Mengenverhältnisse, d. h. die Quantität des betr. Stoffes festzustellen bestrebt sind, so müssen wir auch bei der bacteriologischen Untersuchung nicht nur die Zahl der in einer best. Wassermenge enthaltenen Keime, sondern auch die Arten und womöglich ihre allgemeine Wirkungsweise zu eruiren suchen, also ebenfalls quantitative und qualitative Bestimmungen machen. Denn quantitative Untersuchungen führen nie zu genauen Resultaten über den Bacteriengehalt eines Wassers, ganz und garnicht, wenn wir nur eine einmalige Untersuchung vornehmen. Die mannigfachsten Umstände spielen hier mit, so z. B. Temperaturveränderungen, Niederschläge und damit verbundene Zuflüsse zum Brunnen, Bodenverhältnisse etc. Wie wenig zuverlässig eine einmalige Untersuchung ist, geht deutlich aus folgenden Zahlen hervor, die ich einem Collegen, der noch eben im hygienischen Institute arbeitet, verdanke. Er fand als mittlere Keimzahl bei 7 aufeinanderfolgenden Untersuchungen an einem Brunnen 18855 Keime in einem Cbcm.; das Minimum bei diesen 7 Untersuchungen betrug aber nur 3780,

also fast genau 5 Mal weniger als das Mittel. Noch crassere Beispiele werde ich später Gelegenheit haben anzuführen. Dass eine bacteriologisch-microscopische Untersuchung nur allein am Platz ist, und dass nur sie allein zu einem Resultat führt, wenn es sich um ein Wasser handelt, welches verdächtig ist, infectiöse Keime zu beherbergen, z. B. Cholera- oder Typhusbacillen, bedarf keiner Erörterung.

Aber auch eine alleinige chemische Wasseranalyse führt nicht immer zum erwünschten Ziel, d. h. zeigt uns nicht immer an, ob wir ein Wasser benutzen dürfen, oder nicht. Sind durch den Genuss des Wassers jedoch Krankheiten hervorgerufen worden, welche nicht auf eine Infection sondern auf eine Intoxication hinweisen, ist das Wasser also verdächtig Giftbeimengungen, z. B. Arsen, Blei etc. zu enthalten, so steht die chemische Untersuchung souverän da, denn nur sie allein ist im Stande, uns mit der grössten Präcision die zu ermittelnde giftige Substanz nachzuweisen. Ferner lässt uns eine chemische Untersuchung auch wichtige Rückschlüsse auf etwaige, im Wasser vor sich gehende Fäulnissvorgänge machen und giebt uns sichere Anhaltspunkte zum Nachweise dieser. Oft lassen sich jedoch die im Wasser befindlichen Fäulnissstoffe nur sehr schwer nachweisen, aus welchem Grunde wir gleich von vornherein unsere

Aufmerksamkeit auf die die Fäulniss begleitenden anorganischen Stoffe richten. Und unter diesen nehmen die erste Stelle die N-haltigen Verbindungen ein, nämlich Salpetersäure, Salpetrige Säure und Ammoniak, welche durch den Fäulnissprocess N-haltiger organischer Substanzen entstehen. Somit sehen wir, dass wir allein schon durch die chemische Analyse oft richtige Factoren in der Hand haben, nach denen wir unser Gutachten über ein Wasser abgeben können.

Welches sind nun die Anforderungen, die wir vom hygienischen Standpunkt an ein Wasser, welches zum Trinken und zur Bereitung von Speisen und Getränken benutzt wird, stellen. Kubel-Tiemann[1]) drücken sich etwa folgendermassen darüber aus: Die gute Beschaffenheit eines Wassers hängt in erster Linie von der Reinheit desselben ab. Rein aber ist ein Wasser nur, wenn es während seines natürlichen Kreislaufes weder eine verunreinigte Athmosphäre noch einen mit menschlichen, thierischen oder pflanzlichen Ueberresten sowie Organismen erheblich verunreinigten Erdboden passirt hat, dementsprechend auch nur geringe Mengen löslicher Verbindungen und lebender, sowie unbelebter schwebender Bestandtheile aufgenommen hat. Sind diese Be-

1) Tiemann-Gärtner, Die chem. u. microscopisch-bacteriologische Untersuchung des Wassers. Braunschweig 1889.

dingungen erfüllt, so werden wir auch ein hygienisch gutes Wasser haben: es wird wohlschmeckend [1]), appetitlich und erfrischend, es wird geruchlos, farblos und klar sein. Ausserdem darf es keine grösseren Temperaturschwankungen aufweisen; die Temperatur muss zwischen 7 und 11° liegen. Ferner sollen die chemischen Bestandtheile die, übrigens doch recht willkürlich aufgestellten, Grenzwerthe nicht um ein Erhebliches übersteigen. Weiter darf der Gehalt an unschuldigen Wasserbacterien kein zu grosser sein; die Grenzwerthe sind auch hier leider von den Autoren sehr verschieden angenommen worden. Und endlich darf ein Wasser absolut keine pathogenen Organismen enthalten, seien es Parasiten, wie Würmer oder deren Eier, seien es pathogene infectiöse Bacterien. Sind nun diese Bedingungen alle erfüllt, so haben wir ein vom hygienischen Standpunkte zu billigendes Wasser.

Sehen wir uns die Brunnen an, aus denen die Bewohner einer Stadt, die keine wohleingerichtete Wasserleitung besitzt, ihr Trink- wie Nutzwasser beziehen, so werden wir an diesen — natürlich giebt es auch hier Ausnahmen — Verhältnisse finden, durch welche nicht alle eben aufgestellten Bedingungen erfüllt werden. Wir

1) Flügge, Grundriss der Hygiene. Leipzig 1891, pag. 180.

können die Brunnen allgemein eintheilen in Bohr- Pump- und Ziehbrunnen, welche ihrerseits wiederum in Tief- und Flachbrunnen zerfallen, und welche dementsprechend auch ihr Wasser aus verschiedenen Regionen des Erdreiches beziehen.

Wir verlangen von einem guten Brunnen, dass er tief ist und dass er völlig undurchlässige Wandungen besitzt. Sind diese beiden Bedingungen erfüllt, so wird das Wasser des Brunnens auch ein gutes sein. Denn das Grundwasser, von welchem die Brunnen gespeist werden, ist je nach der Tiefe, aus welcher es stammt, chemisch wie auch bacteriologisch verschieden. Das Wasser nämlich, welches bei seinem natürlichen Kreislaufe von der Oberfläche der Erde in dieselbe hindurchsickert, ist besonders in bewohnten Orten von gelösten und suspendirten Bestandtheilen überladen. Aus diesem Grunde muss es, wenn es dem Menschen wieder nützlich werden soll einer Reinigung unterliegen. Diese geschieht durch die Bodenfiltration, die das Wasser erleidet. Hierbei ist von Wichtigkeit die Porosität des Bodens: je feinporiger ein Boden ist, um so langsamer geht das Wasser durch und umsomehr werden die suspendirten Bestandtheile zurückgehalten und um so reiner kommt es endlich auf der undurchlässigen Bodenschicht an. Ausser der Porosität des Bodens spielt bei der Reinigung auch noch eine Rolle die

Länge des Weges bis zur undurchlässigen Schicht. Es findet dann auch noch, so lange das Wasser durch lufthaltige Bodenschichten geht, eine Mineralisirung der gelösten organischen Bestandtheile durch Verwesungs- und Fäulnissvorgänge statt. Dieselben Umstände — Porosität des Bodens, Dauer der Filtration und Länge des Weges — sind auch von Einfluss auf den Bacteriengehalt des Wassers. Die durchsickernden Wassermengen nehmen unzählige Bacterien vom Erdboden mit sich; die Zahl dieser nimmt jedoch, je tiefer das Wasser gelangt, umsomehr ab, bis schliesslich das tiefe Grundwasser vollkommen keimfrei ist. Gärtner[1]) sagt: „das Grundwasser scheint keimfrei zu sein; nur dort, wo es oberflächlich steht und unter grobporigen Schichten sich befindet, dürfte es Bacterien enthalten.“ Plagge und Proskauer[2]) sprechen sich ähnlich aus: „das tiefe Grundwasser ist als ein gut filtrirtes und gegen Infectionsstoffe geschütztes Wasser anzusehen und zum Gebrauche zuzulassen.“

Was nun die Dorpater Brunnen in dem von

---

1) Gärtner: die Beurtheilung der hygienischen Beschaffenheit des Trinkwassers und Nutzwassers nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft. Centralblatt für Bacteriologie u. Parisitenkunde, Bd. II 1888.

2) Citat bei E. Keck: Ueber das Verhalten der Bacterien im Grundwasser Dorpats. Dissertation, Dorpat, 1890.

mir untersuchten Stadttheile und die dortigen Bodenverhältnisse anbelangt, so sind letztere keine günstigen und entsprechen erstere in den meisten Fällen nicht den hygienischen Anforderungen.

Gehen wir ein wenig auf die Bodenverhältnisse ein, so wissen wir nach Grewingk [1]), dass der Untergund der Stadt Dorpat aus devonischem Sandstein besteht, der bald tiefer, bald oberflächlicher liegt. Ueberlagert wird derselbe von Schutt und Dammerde, Moorerde, Torf, Mergel und Triebsand.

Der Stadttheil meiner Untersuchungen flacht sich allmählich, von der am höchsten gelegenen Techelferschen Strasse her, zum Fluss hin, ab. Die Techelfersche Strasse bildet fast genau die Grenze, wo der devonische Sandstein oberflächlicher liegt, während von da ab mächtige, recht tiefgehende Torflager in den Vordergrund treten.

Gepflastert sind in diesem Stadttheil nur ein Theil der Techelferschen- und Erbsenstrasse, sowie der allererste Anfang der Bohnenstrasse und, wenn wir die Botanische Strasse in den Kreis unserer Betrachtung ziehen, auch diese. Alles übrige ist ungepflastert und verwandelt sich be-

1) Grevingk: Geologie von Liv- u. Kurland mit Inbegriff einiger angrenzenden Gebiete. Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Dorpat, Laakmann, 1861.

sonders im Frühling aber auch zu anderen Jahreszeiten, nach stärkeren Niederschlägen in unpassirbare Schmutzlager. Eine Canalisation findet sich, mit Ausnahme des Anfangstheiles der Techelferschen- und Erbsenstrasse in diesem Stadttheile nicht. Die Abwässer der Häuser ergiessen sich aus den Höfen in offene zu beiden Seiten der Strassen verlaufende Gräben und streben in diesen dem Flusse zu. Je näher diese Gräben aber zum Fluss kommen, um so geringer wird ihr Gefälle, wodurch das Schmutzwasser leicht in ihnen zur Stagnation kommt.

Die Aborte bestehen meist aus oberflächlichen sog. Schwindgruben, die nur sehr selten entleert werden, von wo die flüssigen Bestandtheile in den Boden durchsickern und denselben mit Harnbestandtheilen imprägniren. Werden die compacten Massen auch einmal entfernt, so werden sie — häufig um die Kosten eines weiteren Transports zu ersparen — auf die zu den Häusern gehörigen Gärten geführt.

Der Boden in dem betreffenden Stadttheile ist also, wie gesagt, grobporiger Torfboden, welcher sehr durchlässig ist und welcher, wie die später anzuführenden Wasseranalysen zeigen, von der von Prof. Schmidt [1]) mit dem Namen

1) C. Schmidt: Die Wasserversorgung Dorpats. Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Dorpat, Laakmann 1862.

Stadtlauge bezeichneten Flüssigkeit vollständig imprägnirt ist.

Die Brunnen in diesem Bezirke befinden sich, mit wenigen Ausnahmen, in einem Zustande, der sehr viel zu wünschen übrig lässt. Es handelt sich in den meisten Fällen um oberflächliche Ziehbrunnen; ausgenommen sind die Brunnen №№ I, XV, XIX, XX. Sie sind in vielen Fällen schon sehr alt; ihre Wandungen, die aus Balken bestehen, sind durchaus nicht wasserdicht, sondern haben Fugen und Sprünge, durch welche alles mögliche von aussen in's Wasser hineingelangen kann. Dadurch kommt es nun zu einer Verunreinigung der Brunnen, die von weitgehendster, ja deletärer Bedeutung für die das Wasser Benutzenden werden kann. Aus der oberflächlichen Lage der Brunnen und aus der Durchlässigkeit ihrer Wandungen, sowie aus dem Imprägnirtsein des Bodens mit den mannigfaltigsten Abfallsstoffen des menschlichen Haushaltes und der Abortenflüssigkeiten und endlich aus der grossen Porosität des Bodens, die in manchen Fällen zu direkten Verkehrswegen zwischen Brunnen und Abort geführt hat — aus all' diesen genannten Gründen können wir uns den Reichthum mancher Brunnenwässer an mineralischen Bestandtheilen erklären, welche die Grenzzahlen um das mehrfache übersteigen, aus denselben Gründen auch die ungeheure Zahl der

Bacterien in vielen Brunnen. Mit dem Durchtritt von Abwässern und Abtrittsflüssigkeiten in einem Brunnen ist nun die ungeheure Gefahr verbunden, dass beim Auftreten einer infektiösen Krankheit, wie des Typhus oder der Cholera, deren Weiterverbreitung durch von den betreffenden Bacillen inficirtes Wasser erwiesen ist, eine Erkrankung leicht zu einer Epidemie führen kann. Es gelingt allerdings nicht immer die Krankheitserreger im Wasser nachzuweisen, da verschiedene hindernde Momente, wie zu spätes Suchen nach den Bacillen, geringe Mengen derselben, schwerer Nachweis besonders beim Typhusbacillus, Kurzlebigkeit der pathogenen Bacterien im Wasser etc. hierbei mitspielen. Unter solchen Umständen sollen wir dann, wie Schardinger[1]) in Wien vorschlägt in dem verdächtigen Wasser nach specifischen Darmbacterien, wie z. B. nach dem Bacterium coli commune und andern suchen, welche in grösseren Mengen in's Wasser gelangen, sich resistenter im Kampf um's Dasein mit den Wasserbacterien erweisen und sich leichter als die pathogenen Bacterien nachweisen lassen. Durch den gelungenen Nachweis von Darmbacterien in einem Brunnenwasser ist zur Evidenz bewiesen,

1) Ueber das Vorkommen Gährung erregendender Saltpilze im Trinkwasser und ihre Bedeutung für die hygienische Beurtheilung desselben. Wiener Klinische Wochenschrift 1892 Nr. 28.

dass verunreinigende Zuflüsse zum Brunnen hin stattfinden, sei es oberflächlich, sei es auf Wegen im Boden. Dieser Befund giebt uns Veranlassung ein solches Wasser als hygienisch unbrauchbar, ja, als im höchsten Grade gefährlich, vom Gebrauche auszuschliessen.

Chemische Untersuchung des Wassers.

Es wurden von mir im Ganzen 20 Brunnen einer chemischen und bacteriologischen Untersuchung unterzogen. Ihrer Art nach waren es 2 Artesische Brunnen, 3 Pumpbrunnen, 13 Ziehbrunnen (einer dieser war eine Quelle) und 2, von Prof. K ö r b e r in seinem Garten angelegte Kesselbrunnen, deren Wasser nicht zum Trinken benutzt wurde, sondern die nur bacteriologischen Untersuchungen dienten.

Das Holen des Wassers zur chemischen Analyse geschah in 10-Literflaschen, die im Institut gereinigt wurden und die am betreffenden Brunnen mit dem zu untersuchenden Wasser noch einmal ausgespült wurden.

Hatte ich es mit einem Pumpbrunnen zu thun, so liess ich das Wasser solange abpumpen, bis ich sicher war, dass alles bisher im Rohre befindlich gewesene Wasser ausgepumpt war und reinigte und füllte dann erst meine Flasche.

Bei den Ziehbrunnen liess ich einige Eimer voll abschöpfen, spülte dann meine Flasche wieder mit dem betr. Wasser aus und füllte sie. Bei den Artesischen Brunnen, die einen immerwährenden Ausfluss hatten, wurde die Flasche, nachdem sie ausgespült worden war, direkt aus dem Ausflussrohr gefüllt. Bei den beiden Versuchsbrunnen, im Garten von Prof. Körber, die ein so schmales Lumen hatten, dass kein Eimer hinabgelassen werden konnte, bediente man sich beim Wasserschöpfen eines besonderen Pumpwerks.

Stets wurde das Wasser von zwei Brunnen zu gleicher Zeit geholt. Auch das zur bacteriologischen Untersuchung nöthige Wasser wurde, damit stets dasselbe Wasser chemisch und bacteriologisch untersucht werden konnte, an demselben Tage beschafft. Näheres darüber werde ich an anderer Stelle geben.

Bei der chemischen Untersuchung hielten wir uns an die, in den Lehrbüchern von Schmidt [1]), Fresenius [2]) und Lehmann [3]) angegebenen Methoden der qualitativen und quantitativen Wasseranalyse. Vorgeschlagen wurde von Prof.

---

1) Schmidt: Lehrbuch der anorganiscsen Chemie. Braunschweig. 1889.

2) Fresenius: Lehrbuch der quantitativen chemischen Analyse. Wiesbaden, 1887.

3) Lehmann: Die Methoden der praktischen Hygiene. Wiesbaden, 1890.

Dragendorff, in dessen Institut auch die Untersuchungen vorgenommen wurden, das Wasser auf folgende, die Güte desselben besonders bedingende Bestandtheile zu analysiren: Schwefelsäure, Salpetrige Säure, Phosphorsäure, Ammoniak, Chlor, Schwefelwasserstoff, Kalk, Magnesia, Kalium und Natrium (nur von 2 Brunnen); ferner sollte der zur Oxydation der organischen Substanzen nöthige Sauerstoff bestimmt werden und endlich der Trocken- und Glührückstand und der aus der Differenz beider hervorgehende Glühverlust festgestellt werden.

Bevor ich die Resultate meiner Untersuchungen angebe, sei es mir gestattet, die Methoden, nach denen bei der Untersuchung gegangen worden ist und die ich nach den oben citirten Werken zusammengestellt habe, anzuführen. Mag. pharm. R. Lilienthal, Assistenten am pharmaceutischen Institut, der mich in die Technik der chemischen Analyse eingeführt hat und der mir stets in liebenswürdigster Weise bei meinen Untersuchungen behilflich gewesen ist, sage ich an dieser Stelle meinen besten Dank.

Die Methoden der chemischen Untersuchung [1]).

I. Trockenrückstand, Glührückstand, Glühverlust.

A. Trockenrückstand.

Es wurden vom zu untersuchenden Wasser, welches zunächst filtrirt worden war, 500 Cbcm. in einer Platinschale, deren Gewicht jedes Mal vor der vorzunehmenden Untersuchung festgestellt wurde, im Dampfbade eingedampft. Darauf wurde die Schale mit dem eingedampften Rückstande im Trockenofen bei 100° C. solange getrocknet, bis die nach dem Erkalten im Exsiccator vorgenommenen Wägungen ein constantes Gewicht ergaben. Aus der Differenz des Gewichts der Schale, mit und ohne den Rückstand, erhält man die Trockensubstanz. Das gewonnene Resultat wurde sodann mit 2000 multiplicirt und so der Trockenrückstand von einer Million Theile Wasser gewonnen.

B. Glührückstand.

Der Trockenrückstand wurde nunmehr über einem Bunsenbrenner schwach geglüht. Dieses Glühen dauerte, je nach der Qualität des Wassers, längere oder kürzere Zeit, bis völlige Weissfärbung des Rückstandes eintrat; letzteres hing von der

1) Schmidt, Fresenius, Lehmann l. c.

grösseren oder geringeren Menge der im Wasser befindlichen organischen Substanzen ab. Auch hier wurde aus der Differenz des Gewichtes der Schale, mit und ohne Rückstand, der Glührückstand gewonnen. Die Berechnung auf eine Million Theile Wasser war dieselbe wie bei A.

C. Glühverlust.

Die Differenz zwischen Trockenrückstand und Glührückstand ergiebt den Glühverlust.

II. Schwefelsäure.

Der nach I. gewonnene Rückstand von 500 Cbcm. Wasser, wird mit wenig Salzsäure gelöst und mit aq. destillata verdünnt, darauf filtrirt. Das Filtrat wird zum Kochen erhitzt und allmählich eine heisse Chlorbaryumlösung in geringem Ueberschuss zugesetzt. Die zuzusetzende Menge des Chlorbaryums richtet sich nach der, bei der qualitativen Probe gefundenen Reaction. Nach vollendeter Fällung lässt man das Glas einige Stunden bedeckt stehen, bis sich der Niederschlag zu Boden gesenkt hat. Darauf Filtration durch ein chemisches Filter, dessen Aschengewicht bekannt ist, und Auswaschen des Rückstandes auf dem Filter mit aq. dest., bis das ablaufende Filtrat mit salpetersaurem Silberoxyd keine Chlorreaction

mehr giebt. Darauf wird das Filter mit dem Niederschlag getrocknet, letzterer über Glanzpapier in einen vorher gewogenen Platintiegel geschüttet, das Filter für sich an der Platinspirale verascht, die Asche gleichfalls in den Tiegel geschüttet und nun beides zusammen etwa eine Viertelstunde geglüht, darauf in den Exsiccator gestellt und nach dem Erkalten gewogen.

Im Tiegel haben wir Baryumsulfat + Filterasche, woraus die Schwefelsäure nach Abzug der Filterasche als Anhydrid nach dem Ansatze

$$BaSO_4 : SO_3 = \text{gef. } BaSO_4 : X.$$
$$233 : 80$$

berechnet wurde.

III. Chlor.

Die Bestimmung fand nach der von Mohr angegebenen Methode statt. Es wurden 100 resp. 200 Cbcm. Wasser mit einem Tropfen Salpetersäure und 2—3 Tropfen chlorfreiem chromsaurem Kalium versetzt. Darauf wird unter stetem Umschütteln oder Umrühren mit einem Glasstabe tropfenweise aus einer abgelesenen Bürette eine $^1/_{10}$ Normalsilberlösung zugefügt (17 g. Salpet. Silb. in 1 Liter aq. dest.) Es tritt zunächst eine weissliche Trübung der Flüssigkeit ein, endlich eine Rothfärbung. Wenn diese letztere beim Um-

schütteln nicht mehr vergeht, sondern die Flüssigkeit schwach rosaroth gefärbt bleibt, so hört man mit der Titrirung auf. Mit diesem Moment hört die Bildung von Chlorsilber aus den Chloralkalien auf und es beginnt sich chromsaures Silber zu bilden.

Es entspricht hier 1 Cbcm. der Silberlösung 0,00355 Chlor; somit haben wir nur die Menge der verbrauchten Cbcm. der Silberlösung mit 0,00355 zu multipliciren und wir haben den Chlorgehalt festgestellt, woraus sodann der Gehalt in einer Million Theile Wasser berechnet wurde.

IV. Salpetersäure.

Die Bestimmung der Salpetersäure fand nach der von M a y r h o f e r modificirten Methode von Marx statt, wobei nur, anstatt der von ihm angegebenen 5 Cbcm. concentrirter Schwefelsäure, 10 Cbcm. genommen wurden.

Wir brauchen hier eine Lösung von 0,0962 g. reinen, getrockneten Kaliumnitrats auf 1 Liter aq. dest. Von dieser Lösung entsprechen 5 Cbcm. 0,000257 g. Salpetersäure. Ferner brauchen wir eine Indigolösung, die folgendermassen hergestellt wird: reines Indigoblau wird mit der 20—30-fachen Menge reiner, concentrirter Schwefelsäure verrieben, 24 Stunden stehen gelassen, dann in aq.

dest. gegossen (1 g. Indigoblau $1^1/_2$ l. aq.) und nach dem Absetzen filtrirt. Diese Lösung wird noch mit Wasser verdünnt, bis etwa 5 Cbcm. derselben 5 Cbcm. obiger Lösung von Kaliumnitricum nach Zusatz von 10 Cbcm. conc. Schwefelsäure dauernd blass blau-grün färben. Es findet beim Zusammengiessen von Kaliumnitrat und Schwefelsäure ein Freiwerden von Salpetersäure statt. Diese ist im Stande die zufliessende Indigolösung unter Isatinbildung zu entfärben; ist keine Salpetersäure mehr vorhanden, so tritt Blaufärbung ein.

Ausführung der Titration: In kleinen Glaskölbchen wurden 5 Cbcm. des zu untersuchenden Wassers mit 10 Cbcm. reiner conc. Schwefelsäure versetzt und sofort tropfenweise aus einer abgelesenen Bürette die Indigolösung unter stetem Umschütteln zugesetzt, bis eine bleibende blass blaugrüne Färbung eintrat. Der Versuch wurde bei jeder Wasseruntersuchung, der Controlle wegen, wenigstens 2—3 Mal ausgeführt.

V. Ammoniak.

Zur Bestimmung des Ammoniaks wurde das Wasser folgendermassen vorbereitet:

300 Cbcm. des Wassers werden mit 1 Cbcm. Natronlauge und 1 Cbcm. Natriumcarbonat ver-

setzt, um die Erdalkalien abzuscheiden, über Nacht stehen gelassen und am anderen Morgen die klare Flüssigkeit mittelst einer Pipette oder mittelst Filtration vom entstandenen Niederschlage getrennt. Der Gehalt an NH_3 wurde colorimetrisch festgestellt:

Man fertigte sich eine Scala in 5 gleichweiten Cylindergläsern, die auf einer weissen Unterlage standen, an, indem man jedes Glas mit 50 Cbcm. aq. dest. chem. pur. beschickte. In je eines dieser Gläser wurden ferner 0,1 — 0,25 — 0,5 — 1,0 — 2,0 Cbcm. einer Chlorammoniumlösung, von der 1 Cbcm. 0,00005 g. NH_3 entspricht, gethan. Endlich wurde jedes Cylinderglas noch mit einem halben Cbcm. Nesslers Reagens beschickt.

Nun wurden 50 Cbcm. des zu untersuchenden Wassers in einem Cylinderglas (wie bei der Scala) mit $^1/_2$ Cbcm. Nesslers Reagens versetzt und mit der Scala verglichen.

Fand eine dunklere Färbung durch Nesslers Reagens statt, als die Scala sie aufwies, so wurde das Wasser mit aq. dest. chem. pur. je nach Bedürfniss verdünnt.

Die durch den Vergleich mit der Scala gefundene Zahl wird mit 0,00005 multiplicirt und dann der Gehalt in einer Million Theile berechnet.

VI. Salpetrige Säure.

Angewandt wurde zur Bestimmung die Methode von Preusse und Thiemann mit Metaphenylendiamin (Diamidobenzol). Auch hier bediente man sich des von den Erdalkalien befreiten Wassers, indem man 100 Cbcm. desselben mit 1 Cbcm. Diamidobenzol und 1 Cbcm. Schwefelsaure (1 : 30) versetzte. Ist Salpetrige Säure vorhanden, so tritt Braunfärbung des Wassers ein.

VII. Schwefelwasserstoff.

Es wurde zur Bestimmung des H_2S ganz frisches Wasser benutzt, welches man mit einwenig NH_3 versetzte. 50 Cbcm. wurden sodann mit einer Lösung von Nitroprussidnatrium versetzt. Sind Spuren von H_2S vorhanden, so tritt Violettfärbung ein.

VIII. Phosphorsäure.

Man versetzt etwa 50 Cbcm. des zu untersuchenden Wassers reichlich mit Salpetersäure und fügt molybdänsaures Ammon. hinzu. Ist Phosphorsäure vorhanden, so tritt Trübung ein, bei grösseren Mengen ein gelber Niederschlag.

IX. Calcium und Magnesium

A. Calcium.

Es werden 1 Liter, bei kalkarmem Wasser, wo der qualitative Versuch mit Chlorammon und oxalsaurem Ammon nur geringen Kalkgehalt ergab, 2 Liter des zu untersuchenden Wassers in einer Porcellanschale im Dampfbade eingedampft. Der Rückstand wird mit wenig Salzsäure gelöst, darauf Wasser zugefügt und filtrirt. Das Filtrat wird mit Chlorammonium nnd Ammoniak im Ueberschuss versetzt; der sich bildende Niederschlag, der aus Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat besteht wird abfiltrirt. War der Rückstand auf dem Filter bedeutend, so wurde er getrocknet, geglüht und gewogen. In den meisten Fällen war er jedoch so unbedeutend, dass er unberücksichtigt bleiben konnte. Nach gründlichem Auswaschen des Filters setzte man zum Filtrat eine genügende Menge einer concentrirten Lösung von oxalsaurem Ammon. Es bildete sich ein Niederschlag von Calciumoxalat, den man absitzen liess, sodann auf einem chemischen Filter sammelte und gründlich auswusch. Das Filtrat (und das Waschwasser) wurde zur Magnesiumbestimmung aufgehoben, der Filterrückstand getrocknet, über Glanzpapier in einen vorher abgewogenen Platintiegel geschüttet, das Filter an der Platinspirale verbrannt, die Asche

gleichfalls in den Tiegel gethan und dieser längere Zeit im Hempelschen Ofen geglüht. Darauf wurde der Tiegel mit seinem Inhalt zum Erkalten in den Exsiccator gestellt und endlich gewogen. Die Differenz im Gewicht des Tiegels mit und ohne Inhalt, ergab den Gehalt an Calciumoxyd.

B. Magnesium.

Das sub IX A. zur Magnesiumbestimmung aufgehobene Filtrat wurde nun mit einer genügenden Menge Natriumphosphat und Ammoniak bis zu stark alkalischer Reaction versetzt. Das Ganze wurde mit einem Glasstabe durchgerührt, ohne aber dabei die Wände des Glases zu berühren, weil sich dadurch leicht an den geriebenen Stellen, schwer abzulösende Krystalle von Ammoniummagnesiumphosphat ansetzten. Darauf liess man das Ganze etwa 12 Stunden zugedeckt stehen, bis sich Alles ausgeschieden und zu Boden gesetzt hatte; man filtrirte durch ein chemisches Filter wusch den Filterrückstand mit ammoniakhaltigem Wasser (1 : 3) aus. Darauf wurde das Filter mit dem Rückstande getrocknet, letzterer über Glanzpapier in einen abgewogenen Tiegel gebracht, das Filter am Platindraht verbrannt, die Asche gleichfalls in den Tiegel gethan. Der Tiegel wurde nun solange geglüht bis das Gewicht desselben nach dem Erkalten im Exsiccator

bei verschiedenen Wägungen, sich als ein constantes erwies. Im Tiegel befindet sich nun Magnesiumpyrophosphat, woraus das Magnesium als MgO nach dem Ansatze

$$Mg_2P_2O_7 : 2\ MgO = \text{gef. } Mg_2P_2O_7 : X.$$
$$222 : 80$$

berechnet wurde.

X. Organische Substanz.

Zur Bestimmung der organischen Substanz dient die Methode von Kubel-Thiemann, über die Lehmann[1]) sich wie folgt, ausdrückt: „Die Methode beruht auf dem Gedanken zu bestimmen, wie viel Sauerstoff in Statu nascendi die organischen Substanzen eines Wassers zu binden im Stande sind; je mehr Sauerstoff zur Oxydation dieser Körper verbraucht wird, einen desto grösseren Gehalt an organischen Substanzen nehmen wir an.“

Als Sauerstoffquelle dient Kalium hypermanganicum, welches bei Gegenwart von Schwefelsäure in Mangansulfat, Kalisulfat, Wasser und Sauerstoff zerfällt. Wäre Kalium hypermanganicum unbegrenzt lange in Wasserlösung haltbar, so wäre es leicht aus der verbrauchten Menge desselben die zur Oxydation der organischen Sub-

1) l. c.

stanzen verbrauchten Sauerstoffmenge zu berechnen. Da dies aber nicht der Fall ist, so müssen wir einen Körper suchen, der zu seiner Zersetzung eine bestimmte Menge Sauerstoff bedarf. In der Oxalsäure, die leicht chemisch rein darzustellen ist, haben wir einen Körper, der durch nascirenden O sofort zu CO_2 und H_2O zerfällt. Da das Moleculargewicht der Oxalsäure 126 ist, so verbrauchen 126 g. Oxalsäure 16 g. Sauerstoff zu ihrer Zersetzung. Nach diesen Zahlen stellen wir uns eine Lösung dar, von der 10 Cbcm. gerade 1 mg. O zur Zersetzung verbrauchen. Eine solche Lösung haben wir, wenn wir 0,7875 g. chem. reiner Oxalsäure in 1 Liter aq. dest. lösen. Nun stellen wir durch den Versuch fest wie viel Cbcm. einer verdünnten Permanganatlösung (0,5 Kal. hyp.: 1 L. aq.) bei Gegenwart von Schwefelsäure beim Sieden von 10 Cbcm. obiger Oxalsäurelösung entfärbt werden. Die verbrauchte Anzahl von Cbcm. würde dann einem Milligramm O. entsprechen.

Kolbenreinigung: Einen Erlenmeyerschen Kolben von etwa 300 Cbcm. beschicken wir mit etwa 50 Cbcm. aq. dest., 5 Cbcm. Schwefelsäure (1:3) und einigen Cbcm. Permanganatlösung. Auf dem Drahtnetze kochen wir nun 5 Minuten lang, vom ersten Aufwallen an gerechnet, unter stetem Umschütteln, wodurch alle dem Gefäss etwa anhaftenden organischen Substanzen zerstört werden,

giessen den Kolben aus und lassen ihn bis zur Benutzung mit der Oeffnung nach unten stehen. Nun können wir den Kolben zur Bestimmung der Oxalsäure benutzen: In denselben kommen 100 Cbcm. aq. dest. 5 Cbcm. Schwefelsäure (1 : 3) und Permanganatlösung tropfenweise, bis zu schwacher bleibender Rosafärbung. Nun kochen wir 5 Minuten lang und fügen weiter tropfenweise Permanganatlösung hinzu, falls die Rosafärbung beim Kochen verschwindet. Auf diese Weise erhalten wir 100 Cbcm. eines, von organischen Substanzen freien, chemisch reinen Wassers.

Zu diesem Wasser fügen wir aus einer Bürette etwa 5 Cbcm. Permanganatlösung (0,5 : 100 aq.; war die Lösung stärker, so setzt man weniger hinzu) und 5 Cbcm. Schwefelsäure, kochen wiederum und fügen 10 Cbcm. obiger Oxalsäure hinzu. Jetzt tritt Entfärbung der Flüssigkeit ein. Endlich setzen wir aus derselben Bürette weiter Permanganatlösung hinzu, bis bleibende schwache Rosafärbung eintritt. Haben wir nun etwa 7,5 Cbcm. verbraucht, so entspricht diese Menge einem mg. O.

Nach diesen vorbereitenden Operationen wurde die eigentliche Wasseranalyse wie folgt unternommen: In den Kolben kommen 100 Cbcm. des zu untersuchenden Wassers, 5 Cbcm. Schwefelsäure und 1 Tropfen Permanganatlösung. Nun

werden aus einer abgelesenen Bürette etwa 5 Cbm. Permanganat zugefügt und der Kolben zum Kochen aufgestellt. Dieses dauert, vom ersten Aufwallen an gerechnet, 10Minuten lang; verschwindet die rothe Farbe während des Kochens so setzt man noch einige Cbcm. Permanganatlösung hinzu. Jetzt fügt man 10 Cbcm. Oxalsäure hinzu, wodurch sofort Entfärbung eintritt und abermals Permanganatlösung bis zu bleibender Rosafärbung. Jetzt lesen wir die Bürette wiednr ab und ziehen die zur Oxydation der Oxalsäure verbrauchte Menge von der Gesammtmenge ab, wobei die Differenz der zur Oxydation der organischen Substanzen verbrauchten Menge Sauerstoff entspricht.

XI. Alkalien.

Zu diesem Zweck wurden 3 Liter Wasser eingedampft. Der Rückstand wurde mit Wasser und ein wenig Salzsäure gelöst und soviel Chlorbaryum zugesetzt, dass alle Schwefelsäure ausgefällt wurde. Darauf wurde der grösste Theil der freien Säure im Wasserbade eingedampft und reine Kalkmilch zugefügt, längere Zeit im Dampfbade erwärmt und filtrirt, wodurch alle Schwefelsäure, Phosphorsäure, Eisenoxyd und Magnesia entfernt wurde. Der Niederschlag wurde sodann so lange gewaschen, bis das ablaufende Wasser

keine Reaction mit Silberlösung mehr giebt. Aus dem Filtrat wird nun der Kalküberschuss durch, mit Ammoniak versetztes kohlensaures Ammon ausgefällt; den Niederschlag lässt man absitzen, filtrirt und setzt jetzt Salzsäure zu. Verdampfen in einer Platinschale zur Trockene, Glühen; nochmalige Fällung mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon und wenn nöthig, noch eine dritte Fällung.

Wiederum Eindampfen, gelindes Glühen und Wägung der als Chlormetalle zurückbleibenden Alkalien und Trennung des Kalium vom Natrium.

Zu diesem Behufe löst man beide Chlormetalle in wenig Wasser, setzt eine wässrige, möglichst neutrale, concentrirte Lösung von Platinchlorid hinzu, verdampft im Wasserbade fast bis zur Trockene, übergiesst den Rückstand mit Alkohol (76 %) und Aether ana, lässt einige Stunden stehen. Es löst sich nun alles Natriumplatinchlorid, während das Kaliumplatinchlorid als gelbes Pulver auf dem Boden der Porcellanschale rein liegen bleibt, darauf filtrirt man, wäscht mit Aetheralkohol aus und wägt nach dem Trocknen.

Die Quantität des Natrium wird sodann durch Subtraction gefunden.

Brunnen I. Scharren-Strasse Nr. 3, Haus Redlin.

Geschöpft am 5. Februar 1893. T° + 2°. Bohrloch-Quelle ungefähr 70′ tief; Hof ungepflastert, reinlich. Als Fassung dient ein ungefähr 30′ tief eingerammter Holzpfahl. Die tieferen Erdschichten sind nur durchbohrt. Sie bestehen nach C. Schmidt[1]) aus 8′ Dammerde
22′ Moorerde
4′ Thon
1′ fester Mergel
feiner Sand und Kies.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3	8,24	9,89 [2])
Schwefelwasserstoff H_2S	0	
Chlor Cl	11,24	4,79
Salpetersäure N_2O_5	15,67	7,91
Salpetrige Säure N_2O_3	0	
Ammoniak NH_3	0,15	
Phosphorsäure P_2O_5	0	0,61
Kalk CaO	120,66	124,89
Magnesium MgO	43,26	38,10
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O.	3,47	
Trockenrückstand	388,00	
Glührückstand	316,00	
Glühverlust	72,00	

1) C. Schmidt, l. c. pag. 263.
2) C. Schmidt, l. c. pag. 269.

Brunnen II. Neumarkt-Str. Nr. 1, Haus Friedrich.

Geschöpft am 5. Februar 1893. T⁰ + 3⁰.

Pumpbrunnen, ist sehr alt, hart am Hause liegend; der Hof ist gepflastert, schmal, verbaut. Circa 1½ Faden vom Brunnen, seitlich und etwas unterhalb ein Schuttkasten; daselbst auch die dem Hause angebaute Abtrittsgrube. Schlammkasten seitlich etwa 1½ Faden entfernt; die Abwässer sammeln sich in ihm und gehen von dort in einem, hart am Brunnen vorbeiführenden Abzugscanal zu den Strassensielen; das Wasser ist gelblich wird nicht zum Trinken benutzt.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	107,00
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	543,15
Salpetersäure N_2O_5 . . .	184,04
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	30,00
Phosphorsäure P_2O_5 . .	0
Kalk CaO	236,00
Magnesium MgO . . .	92,43
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	14,44
Trockenrückstand . . .	2570,00
Glührückstand	2272,00
Glühverlust	298,00

Brunnen III. Techelfer. Str. Nr. 21, Haus Bergmann.

Geschöpft am 15. Februar 1893. T⁰ + 3,0⁰.

Ziehbrunnen an der Grenze des devonischen Sandsteins und Torfs. Der Brunnen liegt dicht an der Wand des Nachbarhauses; Brunnensohle 8½', Wasserspiegel 2½' unter der Erdoberfläche. Der Hof im Anfangstheile gepflastert, mit Ausnahme der Umgebung des Brunnens. Eine stark geneigte, gepflasterte Renne führt die Strassenwässer am Brunnen vorbei in einer Entfernung von etwa 3 Schritten und nimmt in seinem weiteren Verlaufe die Abwässer des Hauses auf. Abtritt und Schuttkasten in gehöriger Entfernung.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	11,66
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	159,75
Salpetersäure N_2O_5 . . .	77,00
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,2
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0
Kalk CaO	212,00
Magnesium MgO	59,80
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	3,69
Trockenrückstand	975,00
Glührückstand	791,00
Glühverlust	184,00

Brunnen IV. Neuestrasse Nr. 7 a, Haus Eiber.

Geschöpft am 15. Februar 1893. T° + 3,5°.

Ziehbrunnen 4 Jahre alt; im Torf, der untre Theil ragt in die Sandschicht hinein. Brunnensohle 12′ Wasserspiegel 2′ unter der Erdoberfläche. An den Brunnen stösst ein kleiner Garten. Der Hof ungepflastert reinlich; ein etwa 1′ tiefe gegrabene Rinne zieht vom hintern Theil des Hofes, am Brunnen vorbei, zur Strasse, für die Abwässer des Hauses und Hofes. Ein Abtritt seitlich und oberhalb des Brunnens in etwa 6—7 Faden Entfernung, ein zweiter seitlich näher zum Brunnen im Hause.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	70,72
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	142,00
Salpetersäure N_2O_5 . . .	4,2
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,6
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren
Kalk CaO	174,00
Magnesium MgO	80,00
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	10,83
Trockenrückstand	817,00
Glührückstand	640,00
Glühverlust	177,00

Brunnen V. Techelfersche Strasse Nr. 9, Haus Flor.

Geschöpft am 22. Februar 1893. T° · 2°.

Versuchsbrunnen A von Prof. Körber. Der Construction nach ist es ein Kesselbrunnen; die Wandung besteht aus drei über einandergelegten 32 Ctm. weiten, durch Cement mit einander verbundenen Thonröhren. Die Tiefe des Brunnens von der Erdoberfläche aus gerechnet, ist 192 Ctm. Die den Brunnen umgebenden Erdschichten sind schwarze Erde und Lehm mit Torf gemischt [1]). Liegt in einem kleinen Garten. Abtrittsgrube in einiger Entfernung, oberhalb vom Brunnen gelegen.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	55,62
Schwefelwasserstoff H_2S .	Spuren
Chlor Cl.	163,30
Salpetersäure N_2O_5 . . .	56,94
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	2,0
Phosphorsäure P_2O_5 . .	Spuren
Kalk CaO.	357,00
Magnesium MgO	152,43
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	11,30
Trockenrückstand. . . .	1596,00
Glührückstand.	1278,00
Glühverlust.	318,00

[1]) Bratanowicz, Ueber den Keimgehalt des Grundwassers in Dorpat. Diss. 1892. pag. 11.

Brunnen VI. Techelfersche Str. Nr. 9, Haus Flor.

Geschöpft am 22. Febr. 1893. T° + 2,0°.

Versuchsbrunnen C. von Prof. Körber. Derselbe entspricht in seiner Construction und Lage genau Brunnen V, neben dem er sich auch, in 1.5 Meter Entfernung, befindet. Nur ist er tiefer — 240 Ctm. — und reicht bis in die Sandschicht und schmäler — 22 Ctm. im Durchmesser [1]).

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	65,22
Schwefelwasserstoff H_2S .	Spuren
Chlor Cl.	127,80
Salpetersäure N_2O_5. . . .	4,60
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	10,0
Phosphorsäure P_2O_5 . .	Spuren
Kalk CaO	348,00
Magnesium MgO	167,02
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	7,97
Trockenrückstand. . . .	1514,00
Glührückstand.	1296,00
Glühverlust.	223,00

1) Bratanowicz, l. c.

Brunnen VII. Techelfersche Str. Nr. 33, Haus Sion.

Geschöpft am 25. Februar 1893. T⁰ 0,5⁰.

Neuerer Ziehbrunnen im Sandstein. Der Brunnen liegt hart an der Strasse. Brunnensohle 11′, Wasserspiegel $2^1/_2$′ unter der Erdoberfläche. Hof ungepflastert, schmutzig. Neben dem Brunnen, seitlich ein jetzt nicht benutzter Pferdestall. Schweinestall etwa 3 Faden abwärts vom Brunnen. Keine Rinnen für die Abwässer. Die Strassenwässer hönnen leicht in den Hof und tragen zur Verunreinigung desselben bei. Abtritt seitlich. Kleiner Garten. Dichte Bevölkerung.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	11,84
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	31,95
Salpetersäure N_2O_5 . . .	38,60
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,15
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0
Kalk CaO	117,00
Magnesium MgO	42,88
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	1,84
Trockenrückstand . . .	412,00
Glührückstand.	306,00
Glühverlust.	106,00

Brunnen VIII. Melonenstr. Nr. 10, Hans Tomback.

Geschöpft am 25. Februar 1893. T° 2,0°.

Ziehbrunnen, alt, nahe am Strassenzaun. Im Torf gelegen. Brunnensohle 10′, Wasserspiegel $2^1/_2$′ unter der Erdoberfläche. Der Hof ist nothdürftig gepflastert schmutzig mit Rinnen zum Abfliessen der Abwässer. Abtritt seitlich in nicht grosser Entfernung. Ein kleiner Garten stösst an den Hof. Die Bevölkerung ist bedeutend.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	12,36
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	35,50
Salpetersäure N_2O_5 , . .	4,3
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,25
Phosphorsäure P_2O_5 . .	Spuren
Kalk CaO	137,00
Magnesium MgO	42,88
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	4,00
Trockenrückstand . . .	414,00
Glührückstand.	316,00
Glühverlust.	98,00

Bruuen IX. Neustrasse Nr. 16, Haus Osoling.

Geschöpft am 5. März 1893. T⁰ + 2,5⁰.

Ziehbrnnnen sehr alt und ganz verfallen im Torf. Brunnensohle 10′ Wasserspiegel 3′ unter der Erdoberfläche. Hof rein, uugepflastert, bis auf einen kleinen Theil in der Umgebung des Brunnens. Eine gepflasterte Rinne führt in der Nähe des Brunnens die Abwässer zur Strasse. Abtritte zu beiden Seiten des Brunnens, im Hause und im Hofe in einiger Entfernung. Ställe auch in einiger Entfernung. An den Hof stösst ein grosser Garten. Die Bevölkerung ist eine ziemlich dichte.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	12,26
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	19,52
Salpetersäure N_2O_5 . . .	3,54
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,5
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren
Kalk CaO	125,70
Magnesium MgO	33,83
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	3,30
Trockenrückstand	352,00
Glührückstand	244,00
Glühverlust	108,00

Brunnen X. Erbsenstrasse Nr. 26, Haus Pulmberg.

Geschöpft am 5. März 1893. T° + 3,1°.

Ziehbrunnen 11 Jahre alt. Liegt im Torf, reicht aber weit in die Sandschicht hinein. Brunnensohle 12′ Wasserspiegel 2½′ unter der Erdoberfläche. Hof ungepflastert reinlich. Canalisation vorhanden. Waschküche und Abtritt oberhalb und seitlich in einer Entfernung von 6—7 Faden vom Brunnen. Schlammkasten seitlich in einiger Entfernung. Das Wasser wird viel von den Nachbarn benutzt. Grosser Garten, dichte Bevölkerung.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	6,86
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	14,20
Salpetersäure N_2O_5 . . .	3,16
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	1,0
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren.
Kalk CaO , ...	121,00
Magnesium MgO	36,39
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	1,69
Trockenrückstand	237,00
Glührückstand	166,40
Glühverlust	70,60

Brunnen XI. Erbsenstrasse Nr. 3, Haus Beckmann.
Geschöpft am 9. März 1893. T° 3.

Sehr alter Ziehbrunnen, oberflächlich, Wasserspiegel etwa 1′ unter der Erdoberfläche. Neben demselben befindet sich ein zweiter Brunnen; das Wasser wird nur zum Waschen benutzt. Durch einen grossen reinen Hof gelangt man auf einen zweiten kleineren, schmutzigen, in welchem der Brunnen liegt. Oberhalb liegt in 2 Faden Entfernung eine Waschküche, in grosser Entfernung oberhalb ein Abtritt. Mullkasten unterhalb in grösserer Entfernung. Zwei Kanäle für Schmutzwässer, die sich unter rechtem Winkel schneiden, ziehen dicht am Brunnen vorbei. Der Brunnen wird auch vom Nachbar benutzt, an dessen Gartenzaun er liegt. Der Garten ist mässig gross. Der Grubeninhalt wird daselbst auf den Beeten ausgebreitet. Bevölkerung keine sehr dichte.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	15,10
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	23,07
Salpetersäure N_2O_5 . . .	43,08
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,1
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren.
Kalk CaO	131,00
Magnesium MgO	43,09
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	1,69
Trockenrückstand	367,00
Glührückstand	284,00
Glühverlust	83,00

Brunnen XII. Neustrasse Nr. 18, Haus Jacobson.

Geschöpft am 9. März. T⁰ + 4,⁰0.

Ziehbrunnen, 13 Jahre alt. Brunnensohle 12′ Wasserspiegel 3′ unter der Erdoberfläche. Der Hof ist nur zum Theil gepflastert. Der Brunnen liegt im Torf. Abtritt seitlich in einiger Entfernung im Hof. Ställe nicht vorhanden. Grosser Garten, mässig dicht bevölkert.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	9,12
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	63,90
Salpetersäure N_2O_5 . . .	4,34
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	2,0
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren.
Kalk CaO	161,40
Magnesium MgO	50,18
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	7,69
Trockenrückstand	490,00
Glührückstand	308,00
Glühverlust	182,00

Brunnen XIII. Erbsenstr. Nr. 15/17, Clement u. Jürgens.

Geschöpft am 12. März 1893. $T^0 + 3{,}0^0$.

Alter Ziehbrunnen, unmittelbar an der Strasse, auf der Grenze zwischen 2 Häusern. Brunnensohle 14′, Wasserspiegel 2′ unter der Erdoberfläche Die Höfe sind rein. Abtritte weit entfernt, unterhalb des Brunnens. Unterirdische Canalisation führt die Abwässer nach abwärts zum Embach hin. Die Bevölkerung eine ziemlich dichte.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	16,48
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	28,40
Salpetersäure N_2O_5 . . .	41,40
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,2
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	0
Kalk CaO	142,20
Magnesium MgO	46,12
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	1,67
Trockenrückstand. . . .	567,40
Glührückstand.	446,00
Glühverlust.	121,40

Brunnen XIV. Erbsenstr. Nr. 34, Haus Rjapin.

Geschöpft am 12. März 1893. T° + 2,8°.

Ziehbrunnen; vor 3 Jahren wurde eine neue Auskleidung des Brunnens vorgenommen. Liegt im Torf. Brunnensohle 10½', Wasserspiegel 2½' unter der Erdoberfläche. Liegt dicht am Zaun, welcher an der Grenzstrasse sich hinzieht; unmittelbar am Zaun zieht sich ein Graben der Grenzstrasse hin. Hof reinlich, gepflastert. Grosser Garten. Bevölkerung mässig dicht.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	12,36
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	35,50
Salpetersäure N_2O_5 . . .	3,56
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,5
Phosphorsäure P_2O_5. . .	0
Kalk CaO	106,50
Magnesium MgO	32,07
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	2,09
Trockenrückstand . . .	396,00
Glührückstand.	284,00
Glühverlust.	112,00

Brunnen XV. Bohnenstrasse Nr. 4, Haus Arendt.

Geschöpft am 16. März 1893. T° + 2,1°.

Artesischer Brunnen ca. 80′ tief. Der durchbohrte eingerammte Holzpfahl reicht nur bis zum devonischen Sandstein; in diesem ist das Erdreich nur durchbohrt. Wenig ergiebig; Ausfluss 2 Fuss unter der Erde, in einen Zuber. Im Hause ist eine Gerberei; der Hof ist gross, zum Theil gepflastert, schmutzig. Abtritte in einiger Entfernung. Neben dem Brunnen ein kleiner Garten. Bevölkerung ist eine dichte.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	9,06
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	14,20
Salpetersäure N_2O_5 . . .	22,20
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,2
Phosphorsäure P_2O_5. . .	Spuren
Kalk CaO	123,20
Magnesium MgO	36,75
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	0,80
Trockenrückstand. . . .	340,00
Glührückstand	238,00
Glühverlust.	102,00

Brunnen XVI. Bohnenstrasse Nr. 16, Haus Mickwitz.

Geschöpft am 16. März 1893. T° + 2.3°.

Ziehbrunnen, 14 Jahre alt. Im Torf gelegen. Brunnensohle 14′, Wasserspiegel 2½′ unter der Erdoberfläche. Schlächterei im Hause. Hof gepflastert, doch schmutzig. Rinnen zum Abfliessen des Schmutzwassers vorhanden. Seitlich und unterhalb vom Brunnen eine Menge Viehställe; seitlich oberhalb das Schlachthaus, aus welchem ein Canal zum Abfliesseu der sich dort ansammelnden Flüssigkeiten nach hinten, in den kleinen Garten, sich hinzieht. Von dort führt der Canal längs der Wand des Schlachthauses, den Nachbargarten durchziehend, in den Abzugs-Graben der Kartoffelstrasse. Abtritt seitlich unterhalb. Bevölkerung dicht.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	10,98
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	230,75
Salpetersäure N_2O_5 . . .	4,88
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	5,0
Phosphorsäure P_2O_5. . .	Spuren
Kalk CaO	155,20
Magnesium MgO	48.10
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	5,60
Trockenrückstand . . .	795,00
Glührückstand.	590,40
Glühverlust.	204,60

Brunnen XVII. Erbsenstr Nr. 22 a, Haus Treffner.
Geschöpft am 19. März 1893. T° + 2,7.

Alter Ziehbrunnen. Die Brunnenwandung in schlechtem Zustande, durchlässig. Liegt im Tort. Brunnensohle 9′, Wasserspiegel $2^1/_2$′. Im vorigen Herbst gereinigt worden. Der Platz wo der Brunnen steht ist 2—3 □ Faden gross, rings umbaut. Der Hof ist schmutzig, schlecht gepflastert. Seitlich, oberhalb vom Brunnen ist eine Abgussrinne, die in den, etwa $1^1/_2$ Faden vom Brunnen entfernten Schmutzwassercanal des Nachbargartens sich ergiesst. Schlammkästen existiren nicht. Die Schmutz- und Abwässer werden auf den ziemlich grossen seitlich gelegenen Garten ausgegossen. Mullkasten offen, klein, seitlich gelegen. Abtritt unterhalb in gehöriger Entfernung. Das Wasser wird von der nicht sehr zahlreichen Einwohnerschaft nicht getrunken. Im Nachbarhause ist seit dem vorigen Herbst ein grosser Abtritt erbaut worden, der etwa 8 Faden seitlich und unterhalb vom Brunnen sich befindet.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	17,16
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl.	26,62
Salpetersäure N_2O_5 . . .	42,96
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3	0,75
Phosphorsäure P_2O_5 . .	Spuren
Kalk CaO	132,4
Magnesium MgO	47,60
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	2,04
Trockenrückstand. . . .	434,00
Glührückstand	352,40
Glühverlust.	81,60

Brunnen XVIII. Botanische Str. Nr. 24, Haus Ader.

Geschöpft am 19. März 1893. T° 1,9°.

Eine ergiebige, mangelhaft in Holz gefasste Quelle mit Abfluss. Oberflächlich, im Torf. Der Brunnen ist im vorigen Jahre gereinigt worden und die Wandungen ausserhalb des Holzkastens mit Sand und Steinen belegt worden. Die Quelle liegt am Rande eines grossen, schmutzigen und sumpfigen Gemüsegartens. Gegenüber der Quelle, in etwa 10 Faden Entfernung befindet sich ein offener Schlammkasten, der sich leicht durch Zufluss vom Nachbargarten füllt, und der, wenn er nicht rechtzeitig in seitlich von ihm verlaufende Abzugskanäle entleert wird, zur Ueberschwemmung des Gartens führt. Seitlich vom Brunnen in unmittelbarer Nähe verlaufen, von 2 Seiten her, Schmutzwasserkanäle. Die Bevölkerung ziemlich dicht. Abtritt in grosser Entfernung.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	22,20
Schwefelwasserstoff H_2S .	0
Chlor Cl	65,67
Salpetersäure N_2O_5 . . .	61,36
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	Spuren
Ammoniak NH_3	2,0
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren.
Kalk CaO	214,6
Magnesium MgO	81,8
Kalium K_2O	19,01
Natrinm Na_2O	42,02
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	2,26
Trockenrükstand	750,00
Glührückstand	435,00
Glühverlust	316,00

Brunnen XIX. Techelfersche Str. Nr. 9, Haus Flor.

Geschöpft am 23. März 1893. T° + 3,9°.

Ergiebiger Pumpbrunnen, in der Nähe eines kleinen Gartens, liegt an der Grenze des devonischen Sandsteins und Torfs. Der Hof rein und gepflastert. Die Abwässer fliessen oberirdisch, in einer hinlänglich geneigten gepflasterten Rinne unterhalb des Brunnens, dicht an ihm vorbei. Schuttkasten unterhalb des Brunnens am Garten. Die durchlässige Abtrittsgrube seitlich oberhalb vom Brunnen, wird 2 Mal jährlich entleert. Bevölkerung ist dicht.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3 . . .	11,80
Schwefelwasserstoff H_2S. .	0
Chlor Cl	55,02
Salpetersäure N_2O_5 . . .	48,82
Salpetrige Säure N_2O_3 . .	0
Ammoniak NH_3.	0,4
Phosphorsäure P_2O_5 . . .	Spuren
Kalk CaO.	348,00
Magnesium MgO	51,67
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	1,78
Trockenrückstand	548,00
Glührückstand	371,00
Glühverlust	177,00

Brunnen XX. Techelf. Str. Nr. 2. Haus Zirkel.

Geschöpft am 23. März 1893. T° + 4,7°.

Ergiebiger, etwa 4 Faden tiefer Pumpbrunnen. 4 Jahre alt. Liegt im Sandstein. Der Hof ist gepflastert mit einer Rinne in der Mitte für die Abwässer. Im Hofe 2 Schlammkästen, welche durch Canäle mit der Strassencanalisation in Verbindung stehen. Abtritt in 6 Faden Entfernung oberhalb. Garten nicht vorhanden. Bevölkerung eine dichte.

1000000 Theile Wasser enthalten:

Schwefelsäure SO_3	26,64
Schwefelwasserstoff H_2S	0
Chlor Cl	95,14
Salpetersäure N_2O_5	51,76
Salpetrige Säure N_2O_3	0
Ammoniak NH_3	0,25
Phosphorsäure P_2O_5	Spuren
Kalk CaO	188,40
Magnesium MgO	68,10
Kalium K_2O	34,06
Natrium Na_2O	41,40
Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O	2,21
Trockenrückstand	840,60
Glührückstand	443,60
Glühverlust	397,00

Nachdem die chemische Untersuchung der vorgenommenen zwanzig Brunnen abgeschlossen war, schlug Prof. Körber Jedem von uns vor 4 Brunnen, die zu einer Zeit, wo die Erde noch stark gefroren war, untersucht worden waren, einer abermaligen theilweisen Analyse zu unterziehen, nachdem die Erde schon aufgethaut war. Es sollte damit festgestellt werden, ob sich ein Unterschied in der Zusammensetzung des Wassers, nach eingetretener warmer Witterung, nachweisen liesse. Zu diesem Behufe wurden von mir die Brunnen II, III, V und VI ausgesucht und zum zweiten Mal der Gehalt an Chlor, Salpetersäure und Ammoniak festgestellt. Die Resultate finden sich in den nachfolgenden Tabellen. Ich habe der besseren Uebersicht wegen, die bei der ersten Untersuchung gefundenen Werthe in Parenthese hinzugefügt.

Gleichzeitig forderte Prof. Dragendorff mich auf Brunnen I zum zweiten Mal auf seinen Gehalt an organischer Substanz zu untersuchen, da die zuerst gefundene Zahl für einen Artesischen Brunnen zu hoch erschien. Bei einem ev. Unterschiede sollte auch der Eisengehalt festgestellt werden. Den Unterschied zeigt nachfolgende Tabelle. Das Wasser zu diesen fünf Analysen wurde am 5. April 1893 geschöpft.

Brunnen II.

Chlor Cl	631,90	(543,15).
Salpetersäure N_2O_5	164,76	(184,04).
Ammoniak NH_3	37,50	(30,0).

Brunnen III.

Chlor Cl.	152,65	(159,75).
Salpetersäure N_2O_5	70,42	(77,0).
Ammoniak NH_3	0,5	(0,6).

Brunnen V.

Chlor Cl.	188,15	(163,30).
Salpetersäure N_2O_5	36,70	(56,94).
Ammoniak NH_3	1,25	(2,0).

Brunnen VI.

Chlor Cl.	159,75	(127,80).
Salpetersäure N_2O_5	46,52	(4,60).
Ammoniak NH_3	1,5	(10,0).

Brunnen I.

Zur Oxydation der organ. Substanz verbrauchter O . . .	1,66	(3,47).
Eisen und Thonerde	12,0. *)	

*) Bei der ersten Untersuchung war der Filterrückstand ein bedeutend grösserer, als bei der zweiten; die Menge des Eisens konnte damals aber nicht festgestellt werden, da bei der Filtration ein gewöhnliches Filter, dessen Aschengewicht nicht bekannt war, benutzt worden war.

Bacteriologische Untersuchungen.

Das Wasser wurde zum Zwecke der bacteriologischen Untersuchung, wie schon oben erwähnt, stets gleichzeitig mit dem zur chemischen Analyse nöthigen geholt. Nur in den Fällen, wo in Folge einer zu frühzeitigen Verflüssigung der Gelatine durch die Keime, ein Zählen unmöglich geworden war, wurde das Wasser zur nochmaligen bacteriologischen Untersuchung an einem andern Tage von neuem beschafft. Dieses ist der Fall gewesen bei Brunnen VII, VIII, XV, XVII und XVIII. Das Holen des Wassers geschah in völlig sterilen, mit einem Wattepfropf versehenen Erlenmeyerschen Kolben. Der Transport derselben ins hygienische Institut wurde in einem Blechkasten bewerkstelligt, dessen Boden bei wärmerem Wetter mit Schnee belegt war, damit während des Transports keine, durch die Wärme begünstigte Vermehrung der Bacterien stattfinden konnte.

Im Institut angekommen, wurde die Bearbeitung des zu untersuchenden Wassers sofort

in Angriff genommen, wobei noch die Vorsichtsmassregel getroffen wurde, dass, während man sich mit dem einen Wasser beschäftigte, das andere sich im Eisschrank befand. Angewandt wurde bei der Untersuchung die von Esmarch[1]) empfohlene Methode mit Rollröhrchen, welche nur eine Modification des Koch'schen Plattenverfahrens darstellt. In die, in den Rollröhrchen befindliche, lege artis hergestellte und durch Erwärmen des Gläschens auf etwa 30°, verflüssigte Gelatine, wurde nach Lüftung des Wattepfropfes mittelst einer sterilen Pipette die vorher bestimmte Menge des zu untersuchenden Wassers hineingethan und das Rollröhrchen sofort wieder geschlossen. Durch leichte Schwenkungen des Glases wurde das Wasser mit der verflüssigten Gelatine in innige Vermengung gebracht. Der Wattepfropf wurde nun beschnitten, eine Gummikappe über die Oeffnung gezogen und das Rollröhrchen, behufs gleichmässiger Vertheilung der Gelatine an der Innenfläche des Glases und behufs Erstarrens derselben, mit dem von Prof. Körber construirten Rotationsapparats behandelt. Sodann wurden die Gläser unter Lichtabschluss, bei Zimmertemperatur in liegender Stellung aufbewahrt. Das Zählen der gewachsenen Keime

1) Zeitschrift für Hygiene, Bd. I.

fand je nach den Umständen nach 48 bis 72 Stunden statt. Hierbei wurde der von Prof. Körber construirte Zählapparat benutzt, in welchem in bequemer Weise unter Zuhilfenahme einer Lupe, die Zahl der Keime sich feststellen lässt. Es wurden in jedem Rollröhrchen 10—15 Quadratcentimeter ausgezählt, aus diesen das Mittel gezogen und die gefundene Zahl mit der der Rollröhrchenoberfläche entsprechenden Anzahl von Quadratcentimetern multiplicirt. Dadurch finden wir die Zahl der in einer bestimmten Wassermenge befindlichen emporgewachsenen Keime.

Fanden sich nicht sehr viel Keime im Wasser, so wurde das ganze Rollröhrchen, nachdem es vorher durch einen, auf Glas schreibenden Stift in 6—7 Längsfelder eingetheilt worden war, abgezählt. Ich habe mit jedem Wasser drei Versuche gemacht und mit wenigen Ausnahmen zur Beschickung der Rollröhrchen 0,5—0,2—0,1 Cbcm. Wasser benutzt. Durch nachherige Berechnung fand ich sodann aus den gefundenen Werthen die Zahl der in 1 Cbcm. Wasser vorhandenen Keime. War das Wasser sehr bacterienreich, so wurde es mit sterilem Wasser verdünnt.

Ich lasse nun in Form von Tabellen die Resultate meiner Untersuchungen folgen und füge denselben noch die von Woloshinsky[1]) ge-

1) l. c.

fundenen Zahlen bei, sowie die Ergebnisse der von Prof. K ö r b e r angestellten Versuche an einigen, von mir untersuchten Brunnenwässern. Endlich will ich, um den Einfluss des Bodens auf die im Wasser befindlichen Keime zu illustriren, noch einige Brunnenuntersuchungen, die Prof. K ö r b e r in dem von mir untersuchten Bezirk angestellt hat und mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hat, anführen. Dafür sage ich ihm an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank. Gleichfalls spreche ich dem Collegen Dr. L o s s k y, Assistenten am hygieinischen Institut, für sein liebenswürdiges Entgegenkommen, meinen besten Dank aus.

Bei den nachfolgenden Darstellungen entsprechen die Nummern der Brunnen den bei den Tabellen der chemischen Analyse angegebenen Brunnennummern. Eine Beschreibung der Höfe ist schon bei den Tabellen der chemischen Untersuchung gegeben worden, woher ich hier keine mehr folgen lasse.

Brunnen I.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8/II 93.
Wsssertemperatur: + 2°.

Zahl der Keime:

In 1 Cbcm. aq. 29
„ 0,5 „ „ 17
„ 0,25 „ „ 10.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 34.

Im Juli 1892 fand Woloshinsky[1]) 39 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen II.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8/II 93.
Wassertemperatur: + 3°.

Zahl der Keime:

In 1 Cbcm. aq. 117650
„ 0,5 „ „ 59390
„ 0,25 „ „ 31000

Mittel in 1 Cbcm. aq. 120143.

Im August 1892 fand Woloshinsky 16536 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen III.

Tag der Entnahme des Wassers: 15/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 18/II 93.
Wassertemperatur: + 3°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 31470
„ 0,2 „ „ 13702
„ 0,1 „ „ 6336

Mittel in 1 Cbcm. aq. 64270.

1) l. c. pag. 78.

Im Juli 1892 fand Woloshinsky 3850 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen IV.

Tag der Entnahme des Wassers: 15/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 17/II 93.
Wassertemperatur: + 3,5°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 70589
„ 0,2 „ „ 24427
„ 0,1 „ „ 15926.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 140864.

Brunnen V.

Tag der Entnahme des Wassers: 22/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 25/II 93.
Wassertemperatur: + 2°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 448213
„ 0,2 „ „ 150943
„ 0,1 „ „ 74012

Mittel in 1 Cbcm. aq. 797087.

Brunnen VI.

Tag der Entnahme des Wassers: 22/II 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 25/II 93.
Wassertemperatur: + 2°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 8420
„ 0,2 „ „ 3644
„ 0,1 „ „ 1700.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 17353.

Brunnen VII.

Tag der Entnahme des Wassers: 23/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 25/III 93.
Wassertemperatur: + 0,5°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 38276
„ 0,2 „ „ 16179
„ 0,1 „ „ 7878.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 85409.

Brunnen VIII.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/IV 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8/IV 93.
Wassertemperatur: + 2,4°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 23397
„ 0,2 „ „ 8562
„ 0,1 „ „ 4555

Mittel in 1 Cbcm. aq. 45051.

Brunnen IX.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8/III 93.
Wassertemperatur: + 2,5°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 8260
„ 0,2 „ „ 4285
„ 0,1 „ „ 2691.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 21618.

Brunnen X.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8/III 93.
Wassertemperatur: + 3,1°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 13072
„ 0,2 „ „ 5986
„ 0,1 „ „ 3575

Mittel in 1 Cbcm. aq. 30624.

Brunnen XI.

Tag der Entnahme des Wassers: 9/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 12/III 93.
Wassertemperatur: + 3,1°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 310
„ 0,2 „ „ 238
„ 0,1 „ „ 160.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 1323.

Prof. Körber fand am 15/IV 4100 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen XII.

Tag der Entnahme des Wassers: 9/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 12/III 93.
Wassertemperatur: + 4,0°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 5016
„ 0,2 „ „ 2042
„ 0,1 „ „ 975

Mittel in 1 Cbcm. aq. 9997.

Brunnen XIII.

Tag der Entnahme des Wassers: 12/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens; 15/III 93.
Wassertemperatur: + 3,0°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 6268
„ 0,2 „ „ 2732
„ 0,1 „ „ 1819.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 14465.

Brunnen XIV.

Tag der Entnahme des Wassers: 12/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 15/III 93.
Wassertemperatur: + 2,8°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 7976
„ 0,2 „ „ 2995
„ 0,1 „ „ 1411.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 15012.

Brunnen XV.

Tag der Entnahme des Wassers: 5/IV 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 9/IV 93.
Wassertemperatur: + 6,2°

Zahl der Keime:

In 1,0 Cbcm. aq. 1
„ 0,5 „ „ 0
„ 0,2 „ „ 0.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 1.

Brunnen XVI.

Tag der Entnahme des Wassers: 16/III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 19/III 93.
Wassertemperatur: + 2,3°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 81393
„ 0,2 „ „ 33588
„ 0,1 „ „ 16977.
Mittel in 1 Cbcm. aq. 166832.

Brunnen XVII.

Tag der Entnahme des Wassers: 5./IV 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8./IV 93.
Wassertemperatur: + 4,3°.

Zahl der Keime.

In 0,5 Cbcm. aq. 661
„ 0,2 „ „ 239
„ 0,1 „ „ 89.
Mittel in 1 Cbcm. 1134.

Prof. Körber fand am 15./IV 1893, 11900 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen XVIII.

Tag der Entnahme des Wassers: 5./IV 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 8.IV 93.
Wassertemperatur: + 5,8°.

Zahl der Keime:

In 0,5 Cbcm. aq. 257
„ 0,2 „ „ 81
„ 0,1 „ „ 43.
Mittel in 1 Cbcm. aq. 447.

Prof. Körber fand am 14./IV 93. 1080 in 1 Cbcm. aq.

Brunnen XIX.

Tag der Entnahme des Wassers: 23./III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 26./III 93.
Wassertemperatur: + 3,9°.

Zahl der Keime:
In 0,5 Cbcm. aq. 3621
„ 0,2 „ „ 1342
„ 0,1 „ „ 856.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 7504.

Woloshinsky fand im Juli 1892, 218 Keime in 1 Cbcm. aq.

Brunnen XX.

Tag der Entnahme des Wassers: 23./III 93.
Tag der Vornahme des Zählens: 26./III 93.
Wassertemperatur: + 4,7°.

Zahl der Keime.
In 0,5 Cbcm. aq. 522
„ 0,2 „ „ 156
„ 0,1 „ „ 102.

Mittel in 1 Cbcm. aq. 981.

Von Prof. Körber sind noch folgende Brunnen, die in dem von mir untersuchten Bezirk gelegen sind, einer einmaligen bacteriologischen Untersuchung unterzogen worden. Sie befinden sich alle im Sandboden und bilden dadurch einen Gegensatz zu den von mir in demselben Gebiet untersuchten, meist im Torf gelegenen Brunnen:

Techelfersche Strasse Nr. 13. Untersucht nach einem Regen am 24/IV. Keimzahl: 8200.

Techelfersche Strasse Nr. 14. Pumpbrunnen. Untersucht nach einem Regen am 24/IV. Keimzahl: 640.

Techelfersche Str. Nr. 32a. Pumpbrunnen 1 Jahr alt. Untersucht nach einem Regen am 24/IV. Keimzahl 6000.

Techelfersche Strasse Nr. 38. Ziehbrunnen, soeben fertig geworden; untersucht nach einem Regen am 24/IV. Keimzahl 15800.

Techelfersche Strasse Nr. 40. Ziehbrunnen. Untersucht nach einem Regen am 24/IV. Keimzahl 5570.

Collectiv-Tabelle.

Brunnen-nummer.	Name der Strasse und Hausnummer.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	Verbrauchter Sauerstoff.	Keime.
I	Scharrenstrasse 3	11,24	15,67	0,15	3,47	34
II	Neumarktstrasse 1	543,15	184,04	30,00	14,44	120143
III	Techelfersche Str. 21	159,75	77,00	0,2	3,69	64270
IV	Neustrasse 7a	142,00	4,20	0,6	10,83	140864
V	Techelfersche Str.9A	163,30	56,94	2,0	11,30	797087
VI	Techelfersche Str.9C	127,80	4,60	10,0	7,97	17353
VII	Techelfersche Str. 33	31,95	38,60	0,15	1,84	85409
VIII	Melonenstrasse 10	35,00	4,30	0,25	4,00	45051
IX	Neustrasse 16	19,52	3,54	0,5	3,30	21618
X	Erbsenstrasse 26	14,20	3,16	1,0	1,69	30624
XI	Erbsenstrasse 3	23,07	43,08	0,1	1,69	1323
XII	Neustrasse 18	63,90	4,34	2,0	7,69	9997
XIII	Erbsenstrasse 15/17	28,40	41,40	0,2	1,67	14465
XIV	Erbsenstrasse 34	35,50	3,56	0,5	2,09	15012
XV	Bohnenstrasse 4	14,20	22,20	0,2	0,80	1
XVI	Bohnenstrasse 16	23,75	4,88	5,0	5,60	166832
XVII	Erbsenstrasse 22 a	26,62	42,96	0,75	2,04	1134
XVIII	Botanische Str. 24	65,67	61,36	2,0	2,26	447
XIX	Techelfersche Str. 9	55,02	48,82	0,4	1,78	7504
XX	Techelfersche Str. 2	95,14	51,76	0,25	2,21	981

Sehen wir uns die Resultate unserer Untersuchungen an und suchen wir nach denselben die Güte des Dorpater Brunnenwassers zu beurtheilen und sehen wir, ob sich ein Zusammenhang zwischen dem chemischen und bacteriologischen Verhalten nachweisen lässt.

Wir wollen hierbei nach Kubel-Tiemann[1]), nach denen man bei der Beurtheilung der Verwendbarkeit eines Wassers zu Genusszwecken, dasselbe von fünf Gesichtspunkten aus zu beurtheilen hat:

1) Man prüft die örtlichen Verhältnisse der Entnahmestelle.

2. Man prüft die physikalischen Eigenschaften.

3. Man untersucht das Wasser microscopisch auf die in ihm enthaltenen suspendirten Bestandtheile.

4. Man macht die chemische Analyse.

5. Man stellt den Bacteriengehalt fest.

Die, die Güte des Wassers beeinflussenden äussern Verhältnisse, wie undichte Wandungen und oberflächliche Lage der Brunnen, Höfe, Nähe von Ställen, Abtritten, Mullkästen, Waschküchen etc., waren in vielen Fällen derartige, dass man gleich von vornherein an der Güte des Wassers zweifeln musste. Wenn wir z. B. wie bei Brun-

1) l. c. pag. 646.

nen XVI in unmittelbarer Nähe desselben eine grosse Reihe von Viehställen finden, oder wenn Brunnen XVIII sich in einem völlig versumpften Garten befindet und zu ihm von zwei Seiten her Schmutzwasserkanäle kommen, oder wenn Brunnen VIII unmittelbar an der ungepflasterten Strasse neben einem sehr schmutzigen Strassengraben liegt oder endlich wenn Brunnen II nur wenige Schritte vom Schuttkasten und Abtritt entfernt liegt — so kann man a priori von solchen Brunnen kein gutes Wasser erwarten. Und dem ähnlichem begegnen wir fast bei allen, am Kopf der Tabellen der chemischen Analyse gegebenen Beschreibungen der örtlichen Verhältnisse.

In Folge dessen war denn auch die Farbe des Wassers in vielen Fällen eine sehr hässliche, sie war gelb, das Wasser war trübe, stark sedimentirend. Der Geruch, bei Behandlung des eingedampften Rückstandes mit Salzsäure, ein deutlich urinöser. Ja, das frisch geholte Wasser des Brunnens XVI verbreitete einen derartigen Gestank, dass die Flasche, in welchem es sich befand, stets verschlossen gehalten werden musste. Dass derartige Wässer durch ihr Aussehen schon unappetitlich sind und nicht wohlschmeckend sein können — also zwei Eigenschaften, die wir von einem guten Wasser stets verlangen, nicht besitzen — wird wohl Jedermann zugeben.

Die einige Mal von mir angestellte microscopische Untersuchung des Wassers hat leider keine Resultate, wie man sie vielleicht hätte erwerben können, ergeben. Anorganische Stoffe wie Sand, Erde, Krystalle habe ich wohl finden können, nicht aber organisirte Elemente, wie etwa Helmintheneier, Muskelfasern, auf die ich gerade fahndete. Vielleicht lag es an der Technik, die mir in dieser Untersuchungsmethode fehlte.

Was nun das chemische Verhalten des Wassers anbelangt, so muss ich, da darauf bei der Untersuchung das Hauptgewicht gelegt worden ist, ein wenig länger verweilen.

Keines der in der Natur vorkommenden Wässer ist chemisch vollkommen rein, alle enthalten gelöste und ungelöste Stoffe deren Qualität und Quantität Rückschlüsse darauf machen lässt, wie beschaffene und wie lange Wege das Wasser bei seinem natürlichen Kreislauf passirt und zurückgelegt hat. Die Quellen der Verunreinigung des Wassers sind die Luft und die Erde. In der uns umgebenden Athmosphäre kommen neben den beiden Hauptbestandtheilen O und N und vielleicht auch noch der CO_2 die übrigen im Wasser anzutreffenden Bestandtheile in so geringen Mengen vor, dass das Wasser in diesem Medium wohl kaum viel von denselben aufnehmen wird. Die hauptsächlichste Quelle ist jedenfalls der Erd-

boden, welcher dem Wasser Gelegenheit giebt in Folge seines Löslichkeitsvermögens die daselbst befindlichen löslichen Substanzen aufzunehmen.

Betrachten wir nunmehr die im Wasser befindlichen und die Güte desselben besonders beeinflussenden Substanzen und suchen wir nach den Quellen, aus denen dieselben in den Boden und von dort in das Wasser gelangen.

Das sind Chlor, Salpetersäure, Ammoniak und organische Substanzen.

Bevor wir aber an eine Beurtheilung der Mengenverhältnisse der vorkommenden Substanzen gehen, müssen wir uns die Grenzwerthe ansetzen, bis zu denen ihr Vorkommen im Wasser erlaubt ist. Allgemeingültige Grenzzahlen anzunehmen dürfte falsch sein, da das reichlichere oder geringere Vorkommen des einen oder anderen Bestandtheils, sehr von localen Verhältnissen abhängig ist und wir daher ein Wasser, in welchem der eine Bestandtheil stärker vertreten ist, als nach den von den einzelnen Autoren angegebenen Grenzzahlen erlaubt ist, durchaus nicht immer verwerfen dürfen. Wir haben uns daher Grenzzahlen angesetzt, welche das Mittel aus sechs, theilweise von mir, theilweise von den Collegen Brasche und Zimmermann untersuchten artesischen Brunnen bilden. Darnach finden wir als Maximum in 1000000 Theilen Wasser:

Chlor — 20 Theile
Salpetersäure — 65 Theile
Salpetrige Säure — 0 Theile
Ammoniak — 0,2 Theile
Schwefelsäure — 10 Theile
Schwefelwasserstoff — 0 Theile
Phosphorsäure — Spuren
Kalk — 120 Theile
Magnesia — 50 Theile
Sauerstoffverbrauch 2 G.
Trockenrückstand 500 G.
Glührückstand 320 G.

Ein Wasser, das keine ausgedehnten Kochsalzlager passirt hat und das nicht einer Gegend entstammt, die unmittelbar am Meere gelegen ist, wo der Erdboden vom Chlornatrium des Meeres imprägnirt sein könnte, und das trotzdem stark chlorhaltig ist, kann dieses nur von den Abfallsstoffen des menschlichen Haushalts, resp. von den Ausscheidungen der Menschen und Thiere erhalten haben, vornehmlich von dem Harn. Besonders ist dieses der Fall bei bewohnten Orten, namentlich Städten, wo der Untergrund vollkommen von der Stadtjauche, resp. „Stadtlauge“ imprägnirt ist, die sich dem Grundwasser mittheilt und dasselbe verdirbt. Es kann ein Brunnenwasser aber auch, ohne dass der ganze Stadtuntergrund von der Jauche imprägnirt zu sein

braucht, und ohne dass die beiden obengenannten Factoren sich geltend machen, stark chlorhaltig sein, wenn nämlich die Anlage des zum Hause gehörigen Abtritts eine fehlerhafte ist. Sei es, dass derselbe dem Brunnen zu nahe liegt, sei es dass seine Wandungen undichte sind, sei es auch, dass man in der Entfernung desselben nachlässig ist. Genug, es kann durch die Umstände zusammengenommen, aber auch schon durch einen allein, der Chlorgehalt um das Doppelte, ja um das 20- und 30-fache steigen. Dasselbe gilt auch von einer ungünstigen Lage von Vieh-, Pferde- und Schweineställen zum Brunnen.

Durch einen hohen Chlorgehalt wird ein Wasser durchaus nicht gesundheitsschädlich wirken, im Gegentheil es kann Jahre lang ohne schlimme Folgen genossen werden. Es ist aber unappetitlich und unangenehm in Farbe und Geschmack und dient uns als Fingerzeig dafür, dass ein Boden stark mit Abfallsstoffen und Ausscheidungen imprägnirt ist und mahnt uns zur Vorsicht, weil unter Umständen doch einmal mit den Abfalls- und Auswurfstoffen pathogene Keime ins Wasser gelangen können, welche von verderblicher Bedeutung werden können. Das Dorpater Wasser enthält nur in wenigen Fällen Mengen, welche das von uns aufgestellte Mittel nicht erreichen, in den meisten Fällen jedoch einen Ge-

halt an Chlor, der die Grenzen weit überschreitet. Ein solches Vorkommen kann man sich leicht aus der Betrachtung der örtlichen Verhältnisse erklären.

Was die beiden wichtigen Stickstoffverbindungen, Salpetersäure und Ammoniak anbelangt, so entstammen dieselben gleichfalls den N-haltigen Abfallsstoffen der Menschen und der Thiere, welche, ehe sie in die genannten Endstufen zerfallen, mannigfache Zersetzungen und Umwandlungen im Erdboden durchmachen. „Die Salpetersäure[1]) ist fast immer durch den mineralisirenden Einfluss des Bodens entstanden und rührt daher nur von solchen Abfallsstoffen her, welche leistungsfähigen Boden durchwandert haben; sie findet sich immer in grösserer Menge, als die anderen N-haltigen Stoffe im Wasser, an Basen gebunden, gewöhnlich in Form von Kaliumnitrat."

Die Mengenverhältnisse der Salpetersäure, in den von mir untersuchten Brunnen, weist folgende Eigenthümlichkeit auf. Die eine Hälfte hat viel Salpetersäure, Mengen, welche die Grenzzahlen um das 3—4-fache übersteigen, die andere Hälfte wenig, nur $^1/_4$ — $^1/_5$ des Grenzwerthes. Wie ist dieses zu erklären? Organische Massen sind überall zur Genüge vorhanden, Sauerstnff ist

1) Flügge, Grundriss der Hygiene, Leipzig 1891, pag. 185.

gleichfalls da, und es wird auch in den oberflächlichen Schichten Salpetersäure in normaler Weise producirt. Das eine Mal erscheint sie nur in geringer Menge im Wasser, das andere Mal in grosser, was seinen Grund in der Schnelligkeit der Filtration hat. Denn je rascher die Filtration vor sich geht, desto weniger wird mitgenommen und umgekehrt. Daher sehen wir im Techelferschen Bezirk, in den Gegenden, wo das Terrain höher gelegen ist, wo der Sand näher an die Oberfläche herantritt, einen grossen Salpetersäuregehalt im Wasser, weil dasselbe den Boden nur langsam durchwandert, und daher Zeit hat, viel von den daselbst befindlichen löslichen Bestandtheilen zu lösen und mitzunehmen (Brunnen IV, VIII, IX. X, XII, XIV, XVI). Dagegen im ganzen Centrum, wo es sich um einen grobporigen Torfboden handelt, wo die Filtration eine rasche ist und wo daher in Folge des raschen Durchgehens das Wasser nur wenig zu lösen und mit sich zu nehmen vermag, der Gehalt an Salpetersäure auch nur ein geringer ist (Brunnen III, VII, XI, XIII, XVII, XVIII, XIX, XX).

Dieses ist ein Schluss, den wir aus 15 Beobachtungen gezogen haben; ausgeschlossen wurden fünf Brunnen, welche sich unter völlig anderen Verhältnissen befanden. Es waren das die beiden Artesischen Brunnen I u. XV, die beiden

im Garten Prof. K ö r b e r's befindlichen Versuchsbrunnen V u. VI, und endlich der in einem ganz anderen Stadttheil befindliche Brunnen II.

Was den Ammoniakgehalt anbelangt, so sei über seine Entstehung und sein Vorkommen Folgendes gesagt: „Das Ammoniak[1]) entsteht aus den N-haltigen Abfallsstoffen entweder dann, wenn der Boden übersättigt und zu sauerstoffarm ist, um eine völlige Nitrification zu leisten; oder es ist aus den organischen Stoffen (Harnstoff) direkter Zuflüsse mit Hülfe von Microorganismen gebildet; oder es entsteht durch nachträgliche Reduction aus Nitraten, ebenfalls mit Hülfe von Microorganismen."

Es ist, wenn wir uns die, diesem Abschnitt (pag. 73) vorausgeschickte Tabelle ansehen, bei den von mir untersuchten Brunnen ein gewisser Antagonismus zwischen Salpetersäure und Ammoniak zu finden. Fast in allen Fällen enthalten die Brunnen, die wenig Salpetersäure besitzen, viel Ammoniak und umgekehrt. Dieses lässt sich, wenn wir die Entstehungsweise des NH_3 berücksichtigen, erklären. In einem Boden, wo die N-haltigen Abfallsstoffe im Uebermasse vorhanden sind, vermag der Sauerstoff dieselben nicht bis zur höchsten Stufe, d. h. bis zur Salpetersäure

1) F l ü g g e, l. c. pag. 187.

zu oxydiren. Die N-haltigen Abfallsstoffe unterliegen bei mangelnder O-zufuhr einer Fäulniss, welche eine NH_3-bildung zur Folge hat.

Ausserdem ist, wie die Tabellen zeigen, das Wasser in allen diesen Fällen ungeheuer bacterienreich, was auch nicht ohne Einfluss sein dürfte.

Sehen wir uns endlich die organischen Substanzen an, welche im Wasser vorkommen, so wissen wir, dass dieselben „theils pflanzlichen[1]) Resten des Bodens entstammen und dann aus den wenig bekannten Huminsubstanzen bestehen; oder sie entstammen den Düng- und Abfallsstoffen, die auf die Oberfläche des Bodens gelangt und der Mineralisirung entgangen sind, oder endlich den Abwässern, welche directe Wege zum Wasser eingeschlagen haben."

Die in den Boden gelangten organischen Stoffe unterliegen durch den Einfluss geformter und ungeformter Fermente[2]) der Fäulniss, welche ausserdem auch noch abhängig ist von genügendem oder ungenügendem Zutritt von Sauerstoff. Unter den in den Boden gelangten organischen Stoffen des menschlichen Haushalts stehen in erster Linie die Eiweisssubstanzen, Fette, Kohlehydrate, während die organische Materie der

1) Flügge, l. c. pag. 185.

2) Tiemann-Gärtner, Die chemische u. microscopisch-bacteriologische Untersuchung des Wassers. Braunschweig 1889.

pflanzlichen Organismen zum grössten Theil aus Kohlehydraten besteht, zum geringeren Theil aus den andern. Diese Stoffe werden im Boden in der mannigfachsten Weise verändert, und hat uns die neuere Chemie eine ungeheuer grosse Reihe von organischen Verbindungen kennen gelehrt, welche unter dem Einfluss von Fermenten und fermentbildenden Microorganismen sich aus Eiweisssubstanzen, Fetten und Kohlehydraten bilden, die aufzuzählen, uns zu weit führen würde. Daraus ersehen wir nun, dass die verschiedenartigsten organischen Verbindungen in ein Wasser gelangen können, welches einen mit organischen Abfällen verunreinigten Boden auslaugt. Woran erkennen wir nun ein durch Fäulnissprodukte verunreinigtes Wasser? Man könnte daran denken die organischen Verbindungen, welche eben die Fäulnissprodukte sind, nachzuweisen. Das ist aber in der Mehrzahl der Fälle mit derartigen Schwierigkeiten verbunden, weil so mannigfache, sich leicht weiter zersetzende Verbindungen da sind und weil diese oft auch in stark verunreinigten Wässern nur in sehr geringen Mengen vorkommen, dass man davon wohl absehen und sich bei der Analyse auf allgemeine Reactionen der organischen Stoffe beschränken muss.

Was die hygienische Bedeutung dieser anbetrifft, so können wir sagen, dass dieselben keine

directe schädigende Wirkung auf die Gesundheit auszuüben scheinen, da ein an organischen Substanzen reiches Wasser ohne nachweisbaren Schaden von den Menschen getrunken wird. Allerdings kommt es bei der Fäulniss auch zur Production giftiger Substanzen, aber stets in so geringer Menge, dass durch den Genuss eines so inficirten Wassers, nie toxische Symptome hervorgerufen werden.

Wie steht es in dieser Beziehung mit dem Dorpater Wasser? Aus der Collektivtabelle (pag. 73) ersehen wir, dass der Gehalt an organischen Substanzen ein recht grosser sein muss, denn der Sauerstoffverbrauch ergab bei der Analyse Zahlen, welche unsere recht hoch gegriffene Grenzzahl fast immer erreichen, in vielen Fällen ganz erheblich übersteigen. Und es kann das auch nicht anders sein, wenn man die ungepflasterten schmutzigen Höfe, auf welche die Abfallsstoffe einfach ausgeschüttet werden, berücksichtigt, wenn man ferner an die mangelhafte und oft fehlerhaft angelegte Canalisation denkt und endlich die Nähe der Abtritte und Ställe bei den Brunnen sich vergegenwärtigt.

Betrachten wir nun die 4 Brunnen die nach Eintritt der wärmeren Witterung und dem damit verbundenen Aufthauen des Erdbodens, was seinerseits ein stärkeres Durchsickern von Flüssig-

keit in die Erde, ein Steigen des Grundwassers und stärkeren Zufluss zu den Brunnen hin, im Gefolge hat, noch einmal untersucht wurden. Wir finden, wenn wir uns die Tabellen auf pag. 68 ansehen, Unterschiede in der Zusammensetzung, gegenüber der ersten Untersuchung.

Der Chlorgehalt hat in drei Brunnen II, V, VI zugenommen, was wohl in dem Aufthauen des Erdreichs und in einem stärkeren Durchsickern verunreinigter Flüssigkeiten in dasselbe seine Ursache haben dürfte. Dadurch wird das Grundwasser reicher an Chlor und als Folge davon auch das Brunnenwasser. Beim vierten Brunnen (III) ist das Verhältniss fast ein gleiches geblieben, es fand sich bei der zweiten Untersuchung etwas weniger. Dieses hat wohl seinen Grund darin, dass die verunreinigten Flüssigkeiten nicht so leicht durchsickern konnten, weil der Hof gepflastert und stark geneigt ist, sondern in den unterhalb gelegenen Garten abfliessen konnten. Auch die Abwässer der Strasse fliessen am Brunnen vorbei in einer gepflasterten, gleichfalls stark geneigten Rinne, in der auch die Abwässer des Hauses verlaufen.

Hinsichtlich der Salpetersäure finden wir in den Resultaten der zweiten Untersuchung eine Bestätigung unserer obengemachten Annahme, dass der Gehalt an Salpetersäure in einem Wasser

in einem bestimmten Verhältniss zur Filtration steht.

In drei Brunnen hat die Salpetersäure abgenommen, was wohl mit der im Frühjahr stattfindenden rascheren Filtration zusammenhängen dürfte. Im vierten Brunnen aber hat der Gehalt um das zehnfache zugenommen. Der geringe Gehalt an Salpetersäure in diesem Brunnen VI im Vergleich zu dem in seiner nächsten Nähe stehenden Brunnen V bei der ersten Untersuchung, könnte auf Bacterienwirkung zurückgeführt werden. Da nämlich die Bacterien durch Reduction aus den Nitraten, Ammoniak zu bilden vermögen und da der NH_3-gehalt bei der ersten Untersuchung ein grosser und ebenso die Keimzahl eine enorme war — 797087 im Cbcm. aq., bei der zweiten dagegen bedeutend weniger — so sind wir wohl zum Schluss berechtigt, dass die Bacterien hier eine Rolle gespielt haben werden.

Der Ammoniakgehalt zeigt bei der zweiten Untersuchung keine sehr wesentlichen Unterschiede. Nur bei dem soeben besprochenen Brunnen hat derselbe fast entsprechend der Zunahme der Salpetersäure, abgenommen.

Sehen wir uns zum Schluss den auf seinen Gehalt an organischer Substanz noch einmal untersuchten Brunnen I an, so finden wir, dass bei der zweiten Untersuchung weniger O zur Oxydation

der organ. Substanz verbraucht wurde, als das erste Mal. Der Grund liegt wohl darin, dass der Brunnen sich bei der ersten Untersuchung in einem viel schlechteren Zustande befand, als bei der zweiten. Ausserdem mögen auch anorganische Substanzen, wie zum Beispiel Eisen, welches bei der ersten Untersuchung in viel reichlicherer Menge vorhanden war, als bei der zweiten, und welches zu seiner weiteren Oxydation gleichfalls O verbraucht, mit dabei wirksam gewesen sein.

Hinsichtlich der Ergebnisse der bacteriologischen Untersuchung können wir gleich von vornherein sagen, dass die von uns untersuchten Brunnen, mit Ausnahme der beiden Artesischen (I und XV) in bacteriologischer Beziehung völlig untauglich sind. Die gefundenen Zahlen zeigen alle, dass die von uns aufgestellte Grenzzahl von 500 Keimen in einem Cbcm. Wasser enorm überstiegen wird. Nur Brunnen XVIII macht hiervon eine Ausnahme, indem er einen Gehalt, der um ein geringes unter der Norm liegt, aufweist. Bei einer zweiten, von Prof. Körber 9 Tage nach meiner Untersuchung vorgenommenen, war die Zahl schon auf 1080 gestiegen.

Der Keimgehalt zeigt im Techelferschen Bezirk die Eigenthümlichkeit, dass er in sämmtlichen Brunnen, die im Centrum dieses Bezirks liegen, ein enormer ist, während er in den an der Peri-

pherie liegenden, ein die Norm allerdings auch bedeutend übersteigender, jedoch viel kleinerer ist. Dieses hängt auch mit der Bodenbeschaffenheit zusammen: während an der Peripherie der Sandboden mehr in den Vordergrund tritt und durch die dadurch bedingte bessere Filtration die Keime mehr zurückgehalten werden, haben wir, wie schon erwähnt, im Centrum grobporigen Torfboden, welcher das Wasser rasch durchgehen und viel Keime mit sich nehmen lässt. Dieses illustriren auch die von Prof. K ö r b e r vornehmlich in der Sandregion vorgenommenen bacteriologischen Untersuchungen.

Die Schlüsse, die ich aus den angestellten Untersuchungen ziehen kann sind: Die Brunnen in dem von mir untersuchten Bezirk sind mit Ausnahme der Artesischen Brunnen und einiger weniger, die in chemischer Beziehung noch einigermassen zulässige Resultate ergaben, schlecht. In bacteriologischer Beziehung sind sie alle mit Ausnahme der Artesischen schlecht. Es findet sich also ein Zusammenhang in dem chemischen und bacteriologischen Verhalten. Hierbei ist jedoch, um diese Behauptung aufstellen zu können, die Bedingung zu stellen, dass das Wasser zu beiden Untersuchungen auch zu gleicher Zeit dem Brunnen zu entnehmen ist. Einen Beleg für dieses Postulat glaube ich aus den Resultaten der Un-

tersuchung an Brunnen VII u. VIII zu haben. Diese ergaben in chemischer Beziehung mässig gute, jedoch in bacteriologischer durchaus schlechte Resultate. Die beiden Untersuchungen liegen aber fast einen Monat auseinander; die hohe Keimzahl ist daher wohl mit dem Aufthauen der Erde und mit dem Steigen des Grundwassers in Zusammenhang zu bringen. Ebenso ist Brunnen XVII in chemischer Beziehung noch möglich zu nennen; die bacteriologische Untersuchung, die 17 Tage später vorgenommen wurde zeigte eine Keimzahl von 1134 und nach abermals 10 Tagen eine solche von 11900. Ein Zusammenhang ist somit nicht mehr da. Er würde sich aber doch vielleicht nachweisen lassen, wenn auch die chemische Analyse noch einmal vorgenommen worden wäre, weil durch die verunreinigenden Zuflüsse zum Brunnen, ausser der Veränderung der Keimzahl, auch eine solche in der chemischen Beschaffenheit des Wassers sich wohl zeigen würde.

Auch Brunnen XVIII ist nicht in beiden Beziehungen gleichzeitig untersucht worden. Er zeigt umgekehrt einen schlechten chemischen Befund, dagegen noch zulässige bacteriologische Resultate. Bei der zweiten Untersuchung zeigt er jedoch auch schon eine Zunahme der Keime auf 1080, und zeigt uns auch, dass die Keimzahl im Wasser grosse Sprünge macht. Auch finden wir gleich-

falls, wenn wir die von mir jetzt gewonnenen und die von Woloshinsky[1]) gefundenen Resultate vergleichen, ungeheure Unterschiede, was wohl auch seine Begründung finden dürfte in dem Tiefertreten des Grundwassers im Sommer und den verminderten Zuflüssen von oben her. Somit dürfen wir uns mit einer Untersuchung im Sommer nicht zufrieden geben, auch wenn wir da einigermassen befriedigende Resultate gewinnen, sondern das Wasser unbedingt auch in einer ungünstigeren Jahreszeit, besonders im Frühling, wo das Grundwasser am höchsten steht, nochmals prüfen.

Eine Ausnahme von der Behauptung, dass zu einer Zeit untersuchtes Wasser in chem. und bacter. Beziehung gleiche Resultate ergiebt, machen die Brunnen IX und X, welche in chemischer Beziehung gute, in bacteriologischer Hinsicht dagegen schlechte Resultate aufweisen, was seinen Grund vielleicht in einer zufälligen Verunreinigung der Brunnen haben dürfte, und daher einer weiteren Prüfung unterzogen werden müsste.

Aus alledem geht nun hervor, dass Dorpat in der Wasserfrage sehr schlimm daran ist. Diesem Uebel wäre leicht abzuhelfen durch Anlage einer Wasserleitung, die in Dorpat, wenn nicht manche

---

1) l. c.

hindernde Umstände in Frage kämen, sehr leicht auszuführen wäre, da hierselbst zwei vorzügliche, sehr ergiebige unterirdische Ströme verlaufen, die zur Versorgung der Stadt vollkommen genügen würden.

So lange jedoch dieses noch nicht geschehen ist, könnte man sich durch Anlegen Artesischer Brunnen ein gutes Trinkwasser beschaffen.

Thesen.

1. Eine einmalige quantitative bacteriologische Untersuchung eines Wassers lässt keine richtigen Schlüsse auf den Keimgehalt desselben machen.
3. Zur Begutachtung eines Wassers ist stets eine chemische und bacteriologische Untersuchung vorzunehmen.
3. Bei längerer Beobachtung der Microorganismen werden dieselben in ihrer Lebensthätigkeit durch die Wirkung des Lichtes geschädigt.
4. Für vergleichende bacteriologische Untersuchungen darf man nur Nährböden ein und derselben Zubereitung gebrauchen.
5. Bei acuter Gonorrhoe sind neben anderen Verordnungen auch stets laue Sitzbäder anzuempfehlen.

6. Die Injection von Carbolsäure in die Hämorrhoidalknoten ist mit grossen Gefahren verknüpft.

7. Die häufige Uebertragung parasitärer Haut- und Haarerkrankungen in den Barbierläden erfordert eine sachgemässe Belehrung dieses Standes und eine sanitätspolizeiliche Ueberwachung der Ausübung dieses Berufes.